COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 JANVIER 1910.

PRÉSIDENCE DE M. ÉMILE PICARD.

M. **Bouchard**, Président sortant, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1909.

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er Janvier 1910

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome CXLVII (2e semestre de l'année 1908) a paru avec ses tables.

Les numéros des 1er et 2e semestres de l'année 1909 ont été mis en distribution, chaque semaine, avec la régularité habituelle.

Mémoires des Savants étrangers. — Le Tome XXXIII a été mis en distribution le 14 avril. Ce volume comprend les Mémoires suivants ; 1° *Mémoire sur les déplacements à trajectoires sphériques,* par M. Émile Borel; 2° *Essai sur le calcul du nombre des classes de formes quadratiques binaires aux coefficients entiers,* par M. Mathias Lerch; 3° *Mémoire sur l'ellipticité du géoïde dans le tunnel du Simplon,* par M. Marcel Brillouin; 4° *Mémoire sur le problème d'Analyse relatif à l'équilibre des plaques élastiques encastrées,* par M. Jacques Hadamard. Le Tome XXXIV a été mis en distribution le 7 juin. Ce volume comprend les deux Mémoires suivants qui ont remporté le Grand Prix des Sciences mathématiques en 1908 : Le

Mémoire n° 1, ayant pour auteur M. Luigi Bianchi, professeur à l'Université de Pise, est intitulé : *Théorie des transformations des surfaces applicables sur les quadriques générales.* — Le Mémoire n° 2, dont l'auteur est M. C. Guichard, Correspondant de l'Académie, est intitulé : *Sur la déformation des quadriques.*

Volumes en cours de publication.

Mémoires de l'Académie ([1]). — Tome LI. Ce Tome comprendra : 1° Deux Mémoires de M. Gaston Darboux, le premier portant pour titre : *Détermination des systèmes triples orthogonaux qui comprennent une famille de cyclides de Dupin et plus généralement une famille de surfaces à lignes de courbure plane dans les deux systèmes;* le second intitulé : *Second Mémoire sur la détermination des systèmes triples orthogonaux qui comprennent une famille de cyclides de Dupin;* l'impression de ces deux Mémoires est achevée; 2° Une réimpression des études faites, à la fin du XVIIIe siècle, sur les aérostats, par le général Meusnier; 3° Une Notice historique sur le général Meusnier, par M. Gaston Darboux; 4° Une Notice sur la vie et les travaux de Pierre Duchartre, par M. Ph. van Tieghem.

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1909.

Membres décédés.

Section de Géographie et Navigation : M. **Bouquet de la Grye**, le 21 décembre.

Associé étranger : M. **Simon Newcomb**, à Washington, le 11 juillet.

Membres élus.

Section de Chimie : M. **Jungfleisch**, le 15 février, en remplacement de M. Ditte, décédé.

Section de Minéralogie : M. **Termier**, le 22 mars, en remplacement de M. Gaudry, décédé.

Section de Botanique : M. **Mangin**, le 25 janvier, en remplacement de M. Ph. van Tieghem, élu Secrétaire perpétuel.

Associé étranger : S. A. S. **Albert Ier**, Prince souverain de Monaco, le 29 mars, en remplacement de Lord Kelvin, décédé.

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLVIII, p. 14, ligne 15, *lire* Tome L au lieu de Tome LI.

Membres à remplacer.

Section de Géographie et Navigation : M. **Bouquet de la Grye**, décédé le 21 décembre 1909.

Associé étranger : M. **Simon Newcomb**, décédé à Washington, le 11 juillet 1909.

Nouvelles places créées.

Associés étrangers. — Un décret, en date du 1er décembre 1909, a porté le nombre des Associés étrangers de 8 à 12. Ces quatre nouvelles places ne sont pas encore pourvues de titulaires.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1909.

Correspondant élu Associé étranger.

Section de Géographie et Navigation. — **S. A. S. Albert Ier**, Prince souverain de Monaco, a été élu Associé étranger le 29 mars.

Correspondants décédés.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Bergh**, à Copenhague, le 20 juin; M. **Lortet**, à Lyon, le 25 décembre.

Section de Médecine et Chirurgie. — M. **Engelmann**, à Berlin, le 20 mai.

Correspondants élus.

Section d'Astronomie : M. **Kapteyn**, à Groningue, le 5 juillet, en remplacement de M. Baillaud, élu Membre titulaire.

Section de Chimie : M. **Ladenburg**, à Breslau, le 13 décembre, en remplacement de M. Mendeléef, décédé.

Section de Minéralogie : M. **Zirkel**, à Leipzig, le 4 janvier, en remplacement de M. Carl Klein, décédé; M. **Kilian**, à Grenoble, le 18 janvier, en remplacement de M. Peron, décédé.

Section de Botanique : M. **Boudier**, à Montmorency, le 29 mars, en remplacement de M. Tylden Masters, décédé; M. **Julius Wiesner**, à Vienne, le 5 avril, en remplacement de M. Clos, décédé.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Eugène Simon**, à Lyons-la-Forêt (Eure), en remplacement de M. Bergh, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section de Mécanique : M. **Sire**, à Besançon, décédé le 12 septembre 1906; M. **Zeuner**, à Dresde, décédé le 17 octobre 1907.

Section de Géographie et Navigation : M. **Augustin Normand**, au Havre, décédé le 21 décembre 1906; **S. A. S. Albert Ier**, Prince souverain de Monaco, élu Associé étranger le 29 mars 1909.

Section de Physique générale : M. **Crova**, à Montpellier, décédé le 21 juin 1907.

Section d'Économie rurale : M. **Fliche**, à Nancy, décédé le 29 novembre 1908.

Section d'Anatomie et Zoologie : M. **Lortet**, à Lyon, décédé le 25 décembre 1909.

Section de Médecine et Chirurgie : **Sir J.-S. Burdon Sanderson**, à Oxford, décédé en 1905; M. **Herrgott**, à Nancy, décédé le 4 mars 1907; M. **Engelmann**, à Berlin, décédé le 20 mai 1909.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

En prenant place au fauteuil de la Présidence, M. **Émile Picard** s'exprime comme il suit :

Mes chers Confrères,

Je suis sûr tout d'abord d'être votre interprète, en adressant à M. Bouchard tous nos remercîments pour le zèle et l'autorité avec lesquels il a présidé à nos travaux; la durée de sa présidence a dépassé les limites ordinaires, et il a eu en outre la charge de la présidence de l'Institut. En prenant place à ce fauteuil, je vous dois tous mes remercîments pour l'honneur que vous m'avez fait en m'appelant au Bureau il y a dix-huit mois. C'est un grand honneur, qui ne va pas sans mélancolie, puisqu'il témoigne de quelque vieillesse au moins académique; mais nous devons nous souvenir ici que,

travaillant à une œuvre sans fin, la Science, sinon le savant, reste toujours jeune.

Plusieurs de nos anciens présidents, si je me rappelle bien, ont vu une preuve de cette jeunesse dans l'ardeur avec laquelle nous causons pendant les séances, et j'ai déjà pu vérifier de cette place que le bruit dépassait, à certains moments, les limites permises. Un de nos correspondants étrangers, membre d'une illustre Société scientifique, me disait un jour que dans cette Compagnie régnait un silence parfait, mais qu'à côté de la salle des séances se trouvait une autre salle où l'on prenait le thé. Je n'ose pas proposer cette solution à nos secrétaires perpétuels, qui répondraient peut-être que l'Académie ne dispose pas de fonds pour cet objet; mais, si nous n'avons pas le thé, nous avons à droite et à gauche des salles disponibles. Celle de droite en particulier, la salle de l'Académie française, est regardée comme le lieu de conversation le plus distingué qui soit en France; je vous la recommande donc tout particulièrement pour vos causeries.

A ce désir d'un silence relatif, je vous demande la permission de joindre un souhait de plus haute importance pour l'Académie. Il est fort regrettable qu'une ancienne tradition soit suivie d'une manière si intermittente, je veux parler des Notices que chacun de nous devrait consacrer à son prédécesseur. Rien n'est plus difficile à écrire que l'histoire des Sciences; on y rencontre tant de légendes, de fausses attributions, de silences parfois intentionnels. Des Notices mûrement élaborées, écrites dans les années qui suivent la mort d'un savant sans autre souci que celui de la vérité, peuvent empêcher l'éclosion ou la propagation d'erreurs difficiles plus tard à corriger. Bien souvent, on nous distribue des Notices sur d'anciens confrères des Académies des Inscriptions, des Sciences morales et des Beaux-Arts, qui toutes trois respectent fidèlement la tradition. Ne pourrions-nous pas les imiter? il ne semble pas qu'un astronome doive avoir plus de mal à parler d'un astronome, et un chimiste d'un chimiste, qu'un helléniste d'un assyriologue. En remplissant un pieux devoir envers nos confrères disparus, nous préparerions des documents de grande importance pour l'histoire de la Science française et de l'Académie. Nos secrétaires perpétuels ne peuvent, malgré leur zèle et leur talent, dans une unique Notice annuelle, suffire à cette tâche si vaste, à laquelle chacun de nous devrait au moins une fois collaborer. Je souhaite, mes chers confrères, que plusieurs d'entre vous veuillent bien se rappeler que l'histoire des Sciences est de notre domaine, et que c'est à nous qu'il appartient de rappeler la grandeur du patrimoine scientifique de la France.

MINÉRALOGIE. — *Sur l'existence à la Côte d'Ivoire d'une série pétrographique comparable à celle de la charnockite.* Note de M. A. Lacroix.

M. Auguste Chevalier m'a confié l'étude des nombreux matériaux pétrographiques, recueillis au cours du long voyage qu'il vient de faire de la Guinée à la Côte d'Ivoire, en passant par les sources du Niger. Ces roches apportent de précieux renseignements sur la constitution géologique d'une vaste région, jusqu'ici inconnue à ce point de vue.

Les formations sédimentaires anciennes ne sont représentées que par un très petit nombre d'échantillons de schistes ardoisiers et de quartzites à magnétite, constituant les crêtes escarpées du massif du mont Nimba (notamment aux environs de Nzô [1]) qui se développe à la frontière de la Guinée, de la Côte d'Ivoire et de Libéria. Presque toute la région parcourue par M. Chevalier est constituée par des granites à biotite, souvent riches en microcline (notamment aux sources du Niger), par des pegmatites, par des gneiss (pour la plupart des orthogneiss), traversés par des filons de diabase, souvent en voie de transformation en schistes amphiboliques, là où les actions dynamiques ont été puissantes.

Ces différentes roches sont en moyenne assez banales et fort analogues à celles du Fouta-Djalon et de la basse Côte d'Ivoire, il faut en excepter cependant les roches remarquables qui font l'objet de cette Note ; elles constituent une vaste surface, comprise au sud et à l'est du massif schisteux du mont Nimba, dans les hautes vallées du Nuon (Cestos), du Cavally et du Sassandra. La portion de cette région située à l'est du Nuon et comprenant les bassins du Cavally et de deux affluents du Sassandra, le Zô et le Koué, est habitée par les Dans (Dyolas), alors que plus au Nord se trouve le pays des Touras (bassin du Bafing, affluent du Sassandra).

Cette région est granitique ; elle présente une topographie tout à fait caractéristique que M. Chevalier a décrite ainsi [2] :

Entre ces deux profondes vallées (celles du Cavally et du Sassandra) s'étendent, d'une manière presque ininterrompue, des pâtés de montagnes, dont les pics, en nombre incalculable, se dressent de 800^{m} à 1400^{m} au-dessus du niveau de la mer, sur un ruban large de plus de 50^{km} (allant du 7° 20′ au 7° 50′ de latitude Nord) et couvrant une superficie de 6000^{km^2}.... Toutes ces montagnes sont constituées par des dômes plus ou moins abrupts, isolés ou souvent soudés les uns aux autres.

---

(1) Ces quartzites reposent à Nzô sur un granite gneissique à biotite.

(2) *La Géographie,* t. XX, 1909, p. 210.

Les principaux points où les échantillons ont été recueillis sont dans le pays des Dans, les environs de Danané (entre le Nuon et le Cavally), les mont Momy et mont Dou (au sud-est de Droupolé), les environs de Man (dans le bassin du Zô), Zoanlé, enfin dans le pays des Touras, les monts Gouékouma et Gouréni et le mont Soulou ou Doulou plus près du confluent du Sassandra et du Bafing ([1]).

Toutes ces roches constituent une série continue très compréhensive, allant d'un *granite à hypersthène* presque uniquement constitué par du quartz et des feldspaths, jusqu'à une *norite* dépourvue de quartz et renfermant au moins 50 pour 100 d'hypersthène. Parmi les échantillons recueillis dans une même localité, il existe souvent plusieurs types (environs de Man, Zoanlé, mont Momy, etc.). Aussi paraît-il assez vraisemblable que ces derniers ne soient pour la plupart que des facies de variation d'un même massif, bien qu'il soit possible que certains d'entre eux constituent aussi des individualités géologiques distinctes, des filons par exemple ([2]).

A l'état frais, toutes ces roches sont grises, mais le plus souvent elles sont colorées en jaune ou en chamois par des infiltrations ferrugineuses.

Le granite est à gros grains, il est parfois pegmatique. Il est essentiellement constitué par de l'orthose, de l'oligoclase et du quartz, avec fort peu d'hypersthène et de biotite. En général, quand l'hypersthène devient plus abondant, la biotite et l'orthose diminuent, le plagioclase augmente, et la roche passe ainsi progressivement à des norites quartzifères, puis à des norites sans quartz, dans lesquelles le plagioclase ne dépasse pas l'andésine basique; il existe cependant quelques variétés de norites assez riches en biotite. Dans les norites franches, l'hypersthène est associé à un pyroxène monoclinique, incolore comme lui en lames minces (mont Momy). Enfin, dans certains types, l'hypersthène prédomine sur le feldspath (Zoanlé) et il me semble probable, étant donnée l'irrégularité de la distribution de l'hypersthène dans les échantillons étudiés, que des recherches sur le terrain y feraient découvrir des hypersthénites dépourvues de feldspaths. Dans ces roches mésocrates, le pyroxène monoclinique est quelquefois associé à l'hy-

(1) Un échantillon provenant de Languira montre que cette série pétrographique existe aussi plus à l'Est, dans le nord du Baoulé; mais la plupart des autres roches recueillies par M. Chevalier, dans cette région, se rapportent à des types granitiques normaux.

(2) M. Chevalier signale, en effet, l'existence dans le granite de filons de diabase, « dont le trajet est jalonné à la surface par d'énormes blocs de cette roche arrondis et souvent entassés les uns sur les autres ». Il s'agit là de norites.

persthène sous forme de fines bandelettes ; on rencontre en outre un peu de hornblende d'un brun verdâtre et de biotite.

Notons enfin que, dans toute la série, il existe une quantité variable d'apatite et de titanomagnétite. Les plagioclases varient, comme on vient de le voir, entre l'oligoclase-albite et l'andésine basique, mais les macles suivant la loi de l'albite sont toujours très fines et fréquemment associées à celle de la péricline, elle-même très polysynthétique. Dans tous les types quartzifères, l'orthose et les plagioclases renferment en très grande abondance ces inclusions incolores, fusiformes, disposées parallèlement, qui sont si abondantes dans les roches granitiques de l'Inde, dont il va être question plus loin. Enfin, les plages d'orthose sont souvent associées à des groupements de quartz vermiculé et de plagioclase (*myrmékite*).

La structure de toutes ces roches est granulitique : quelques-unes d'entre elles (les norites quartzifères en particulier) sont un peu rubanées (montagne de Oua, près Danané; environs de Zoanlé) par concentration des éléments colorés dans des lits distincts. Des actions mécaniques puissantes ont imprimé leur marque dans beaucoup d'échantillons ; celle-ci varie depuis de simples extinctions roulantes dans le quartz jusqu'à la structure cataclastique (avec orientation des débris), ne laissant aucun élément intact.

J'ai prié M. Pisani de faire les analyses de quatre échantillons représentant les termes les plus caractéristiques de la série : ils proviennent tous du pays des Dans :

a, granite pauvre en hypersthène (mont Gbon);
b, granite à hypersthène, sans biotite (pied du mont Zan, près Zagoué);
c, norite à pyroxène monoclinique (entrée de la grotte du mont Momy;
d, norite très riche en hypersthène (village de Zoanlé).

Je fais suivre ces données de quelques-uns des paramètres magmatiques correspondants :

	a.	*b*.	*c*.	*d*.
SiO^2	71,80	59,50	53,50	54,33
Al^2O^3	14,90	18,71	15,20	11,43
Fe^2O^3	1,10	2,32	5,40	6,10
FeO	1,08	3,96	6,93	7,47
MgO	0,39	3,49	4,95	11,70
CaO	2,20	5,10	5,60	4,25
Na^2O	4,17	3,82	4,35	3,52
K^2O	4,11	1,18	0,95	0,59
TiO^2	0,26	1,68	2,25	0,13
P^2O^5	»	0,07	0,09	0,06
Perte au feu	0,60	0,60	0,50	0,60
	100,61	100,43	99,72	100,18

	a.	*b.*	*c.*	*d.*
x	4,2	15,3	32,6	49,9
Φ	3,1	3,2	2,8	3,2
r	1	0,3	0,2	0,17
Ψ	5,6	1,8	2,3	1,2
U	1,0	1,2	2,2	3,2
An. total pour 100.	13	38	31	27
An. du plagioclase.	21	43	32	32

Dans la classification chimico-minéralogique, ces roches correspondent : *a*, à la *toscanose* (I. 4. 2. 3); *b*, à la *tonalose* (II. 4. 2. 3); *c* et *d*, à la *beerbachose* (III. 5. 3. 5).

La caractéristique de la série réside dans la teneur en fer et en magnésie élevée pour des roches relativement riches en silice et variant en sens inverse de celle-ci ; dans le peu de variation de la soude, alors que la potasse diminue très rapidement, en même temps que la silice, ce qui explique la prédominance des plagioclases sur l'orthose, même dans des types encore relativement très quartzifères; enfin dans des variations relativement peu considérables de la teneur en chaux; celle-ci est presque toujours entièrement feldspathisée, ce qui, grâce à la richesse en fer et en magnésie, entraîne la constance de l'hypersthène. Le calcul de la composition du plagioclase théorique fournit comme extrêmes 21 et 43 pour 100 d'anorthite, nombres qui sont conformes aux résultats de l'examen optique.

Le très grand intérêt de cette série pétrographique réside dans ce qu'elle appartient à une famille jusqu'ici assez rare et sur laquelle tout récemment M. Rosenbusch a appelé l'attention, en émettant l'hypothèse qu'elle constitue peut-être un groupement parallèle à ceux des roches alcalines et des roches alcalinocalciques, auxquels est rapporté aujourd'hui l'ensemble des roches éruptives. Les trois principales régions dans lesquelles ces roches sont actuellement connues sont l'Inde, où elles ont été décrites par M. Holland sous la dénomination compréhensive de *charnockite*, puis le sud de la Norvège (série : granite à hypersthène-adamellite-mangérite-anorthosite, décrite par MM. Vogt et Kolderup), enfin le Canada et les monts Adirondacks.

C'est de la série de la *charnockite* que les roches de la Côte d'Ivoire doivent être rapprochées d'une façon plus particulière. Il sera intéressant de rechercher ultérieurement les relations magmatiques pouvant exister entre cette série et les harzburgites, norites et diabases souvent hypersthéniques, que j'ai signalées antérieurement dans de nombreux points de la Guinée et sur la côte de Sierra Leone.

En terminant cette Note, je signalerai, dans le Haut-Baoulé, entre Dialacora et Buandougou, une autre roche remarquable d'une tout autre nature. Il s'agit en effet d'un granite rose essentiellement constitué par du microcline, de l'albite, une amphibole sodique spéciale et quelques autres minéraux que j'étudie actuellement. L'existence d'un petit îlot de granite alcalin, au milieu de granites de composition très différente, est à comparer à celle qui a été signalée par M. H. Hubert à Fita, dans le Dahomey.

M. **Bornet** fait hommage à l'Académie d'une *Collection de dessins publiés ou inédits, exécutés entre* 1854 *et* 1873 *par* Alfred Riocreux, *sous la direction de* Gustave Thuret, et d'un Ouvrage intitulé :

Recherches sur les zoospores des Algues et les anthéridies des Cryptogames, par Gustave Thuret.

On lit sur la page de garde de ce Volume :

Exemplaire unique, renfermant deux séries de figures, les unes en noir avant la lettre, les autres colorées par Riocreux d'après les dessins originaux.

Gustave Thuret.

M. le **Président** exprime à M. Bornet la gratitude de l'Académie à l'occasion de ce nouveau don. Les Ouvrages seront déposés à la Bibliothèque de l'Institut.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

Sur les courbes conjuguées dans le déplacement relatif le plus général de deux corps, par M. **G. Kœnigs**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. G. Darboux, H. Poincaré, G. Humbert.)

Dans le Tome CXLIV des *Comptes rendus* j'ai traité, en plusieurs Notes, la question des courbes (e) solidaires d'un corps solide S, qui, au cours d'un mouvement de ce corps par rapport à un second S', restent tangentes à une courbe (e') solidaire de S'. Je suis revenu depuis sur cette question et, dans un travail que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, j'ai développé l'étude des questions géométriques que ces premières recherches avaient soulevées.

En premier lieu, l'étude détaillée de la correspondance cubique, birationnelle et réciproque qui lie un point et son associé.

En second lieu, l'introduction d'un trièdre de référence mobile T constitué par l'axe Oz du mouvement hélicoïdal, la normale Oy au point central O commun aux deux surfaces réglées (Φ), (Φ') qui *virent* l'une sur l'autre et l'axe Ox normal à Oy et à Oz, suggère de traiter le problème des courbes douées d'enveloppe en considérant un point M mobile par rapport au trièdre T et tel que ses lieux dans les corps S et S' soient les deux courbes conjuguées (e), (e'). Le lieu de ce point par rapport au trièdre T est une courbe (ε) que, par extension d'une locution usitée dans la pratique des engrenages, j'appelle la *courbe d'engrènement*. Je montre que la détermination des courbes d'engrènement n'exige que des quadratures.

Dans certains cas même, comme dans celui qui est réalisé par l'engrenage de Belanger, ces quadratures elles-mêmes disparaissent.

Les équations différentielles des courbes d'engrènement contiennent une fonction arbitraire μ. Je fais voir que, si l'on prend tous les points mobiles M qui correspondent à une même détermination de μ, ces points constituent un solide S_μ dont tous les points décrivent dans S et S' des couples de courbes conjuguées (e), (e'). Il y a même plus. De même qu'il y a des courbes douées d'enveloppe, il y a aussi des développables ξ qui ont pour profils conjugués des développables ξ' qu'elles touchent à chaque instant suivant une génératrice. Ces couples de développables conjuguées s'engendrent de même en déplaçant dans S et dans S' un plan Π solidaire d'un des corps auxiliaires désignés par S_μ.

On conçoit qu'il me soit difficile, dans les limites qui me sont imposées, de rendre compte de la multiplicité des relations que font naître les notions précédentes. J'insisterai ici sur les plus importantes.

Dans mes Notes antérieures, j'ai défini dans le corps S le cône des vitesses Γ_P, lieu des droites qui portent, au cours du mouvement, les vitesses d'un point P de ce corps. Il y a lieu d'introduire aussi la courbe (C_π) située dans un plan Π et qui est l'enveloppe des caractéristiques d'entraînement de ce plan. Ce cône et cette courbe sont ceux qu'on rencontrerait dans les définitions des surfaces intégrales I tangentes en tous leurs points au cône des vitesses : le cône intervenant pour définir ces surfaces par une propriété de leurs plans tangents et, suivant une notion introduite par M. Darboux dans son Mémoire *Sur les solutions singulières*, la courbe intervenant pour définir les surfaces par une propriété de leur point de contact. Les courbes (e) douées d'enveloppe sont les courbes intégrales ; les développables douées d'enveloppe sont les développables intégrales.

Cependant un fait curieux se produit ici. *A titre exceptionnel* est *courbe intégrale* toute hélice qui a pour axe et *pas* l'axe et le pas d'un mouvement hélicoïdal tangent; et de même les hélicoïdes qui ont ces hélices pour arêtes sont des développables intégrales *exceptionnelles*.

Sur toute surface (F) il y a en général deux familles remarquables de courbes : 1° les courbes (γ) de contact avec le profil conjugué (F'); 2° les lignes (e) douées d'enveloppe ou *lignes de glissement*. Il y a des surfaces pour lesquelles les lignes de glissement coïncident avec les courbes (γ) de contact; seulement les premières ne sont pas alors à proprement parler des courbes douées d'enveloppe, ce sont des hélices exceptionnelles.

Si en effet à toute époque t du mouvement on construit une hélice $\mathfrak{h}$ ayant pour axe et pas l'axe et le pas du mouvement hélicoïdal tangent, les lieux de cette hélice dans le corps S et dans le corps S' sont deux surfaces (F), (F') *qui se raccordent* à chaque instant le long de l'hélice commune.

Je me suis naturellement préoccupé aussi de la nature des surfaces intégrales I du cône de vitesses.

En premier lieu les normales à ces surfaces appartiennent au complexe qui est le lieu dans le corps S des normales stationnaires. Leurs profils conjugués sont les surfaces I' intégrales du cône des vitesses dans le corps S'.

Si l'on considère la courbe de contact (γ) de la surface I avec la surface I', on constate par une application d'un théorème de Lie, comme aussi par un raisonnement direct, que, tout du long de (γ), la surface I a un contact du second ordre avec l'hélicoïde qu'engendrerait (γ) au cours du mouvement hélicoïdal tangent.

Ce raisonnement s'appliquant aussi bien à la surface I', on arrive à cette conséquence :

Toute surface intégrale I *du cône des vitesses a un contact du second ordre tout du long de la courbe de contact* (γ) *avec son profil conjugué* I' *dans le corps* S', *et cela à chaque époque du mouvement.*

CORRESPONDANCE.

M. **Blaserna**, président de l'Académie Royale des Lincei, adresse à l'Académie une dépêche dans laquelle il exprime les regrets qu'inspire aux membres de la *Conférence internationale des Poids et Mesures* la mort de M. *Bouquet de la Grye*, qui présida ses séances au titre de Président de l'Académie des Sciences.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, l'Ouvrage suivant :

Sternkunde und Sterndienst in Babel, von Franz Xaver Kugler, S. J., II. Buch, I. Teil. (Présenté par M. G. Bigourdan.)

MM. **Marbec**, **E. Nicolle** adressent des remercîments pour les distinctions que l'Académie a accordées à leurs travaux.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur la transformation de Ribaucour.* Note de M. **A. Demoulin.**

Nous rappellerons d'abord, en les complétant, divers résultats que nous avons indiqués dans notre Note du 31 juillet 1905 (t. CXLI, p. 302).

Soit (M_0) une surface rapportée au réseau (u, v) de ses lignes de courbure. Par un point variable M_0 de (M_0), faisons passer une sphère (S_3) tangente à (M_0) en ce point. L'enveloppe de la sphère (S_3) se compose de la surface (M_0) et d'une surface (M_1) qu'elle touche en un point M_1. Supposons la sphère (S_3) choisie de manière que les lignes de courbure se correspondent sur les surfaces (M_0) et (M_1) ; nous dirons alors que ces surfaces se correspondent dans une transformation de Ribaucour. Par les points M_0 et M_1, faisons passer deux sphères (S_1), (S_2) respectivement normales, en M_0 et M_1, aux lignes de courbure $v = \text{const.}$, $u = \text{const.}$ Soient enfin (S_4) et (S_5) deux sphères orthogonales entre elles et aux précédentes. L'ensemble des cinq sphères (S_1), ..., (S_5) sera pris comme figure de référence mobile et admettra vingt rotations $p, q, r, \ldots, \lambda_1, \mu_1, \nu_1, \sigma_1$. Dix de ces rotations sont nulles; on peut en outre annuler σ et σ_1 en choisissant la sphère (S_4) de manière que ses points caractéristiques appartiennent au cercle d'intersection des sphères (S_1) et (S_2) ; les huit rotations non généralement nulles satisfont au système (A) de notre Note du 31 juillet 1905. Si l'on pose

$$\xi + i\lambda = A, \qquad \eta_1 + i\mu_1 = C, \qquad \xi - i\lambda = A_1, \qquad \eta_1 - i\mu_1 = C_1,$$

ce système s'écrit

$$(\mathrm{A}) \quad \begin{cases} r = -\dfrac{\dfrac{\partial A}{\partial v}}{C} = -\dfrac{\dfrac{\partial A_1}{\partial v}}{C}, \qquad r_1 = \dfrac{\dfrac{\partial C}{\partial u}}{A} = \dfrac{\dfrac{\partial C_1}{\partial u}}{A_1}, \\ \dfrac{\partial q}{\partial v} = rp_1, \qquad \dfrac{\partial p_1}{\partial u} = -r_1 q, \qquad \dfrac{\partial r}{\partial v} - \dfrac{\partial r_1}{\partial u} = -qp_1 + \dfrac{1}{2}(AC_1 + A_1 C). \end{cases}$$

Les éléments linéaires des surfaces (M_0) et (M_1) ont pour expressions

$$ds_0^2 = (a_4 + ia_5)^{-2}(A^2\,du^2 + C^2\,dv^2), \qquad ds_1^2 = (a_4 - ia_5)^{-2}(A_1^2\,du^2 + C_1^2\,dv^2),$$

a_i désignant l'inverse du rayon de la sphère (S_i).

Soit $d\varphi$ l'angle de la sphère (S_3) et de la sphère analogue qui correspond aux valeurs $(u + du,\ v + dv)$ des paramètres u, v. On a

$$d\varphi^2 = q^2\,du^2 + p_1^2\,dv^2.$$

Les R des sphères principales des surfaces (M_0) et (M_1) ont pour valeurs

$$R' = -\frac{A}{q}, \qquad R'' = \frac{C}{p_1}; \qquad R'_1 = -\frac{A_1}{q}, \qquad R''_1 = \frac{C_1}{p_1}.$$

En tenant compte du système (A), on déduit de ces relations les suivantes :

$$\frac{\partial \log A}{\partial v} = -\frac{\dfrac{\partial}{\partial v}\dfrac{1}{R'}}{\dfrac{1}{R'} - \dfrac{1}{R''}}, \qquad \frac{\partial \log C}{\partial u} = \frac{\dfrac{\partial}{\partial u}\dfrac{1}{R''}}{\dfrac{1}{R'} - \dfrac{1}{R''}};$$

$$\frac{\partial \log p_1}{\partial v} = -\frac{\dfrac{\partial}{\partial v}\dfrac{1}{R'_1}}{\dfrac{1}{R'_1} - \dfrac{1}{R''_1}}, \qquad \frac{\partial \log C_1}{\partial u} = \frac{\dfrac{\partial}{\partial u}\dfrac{1}{R''_1}}{\dfrac{1}{R'_1} - \dfrac{1}{R''_1}},$$

$$\frac{\partial \log q}{\partial v} = -\frac{\dfrac{\partial R'}{\partial v}}{R' - R''} = -\frac{\dfrac{\partial R'_1}{\partial v}}{R'_1 - R''_1}, \qquad \frac{\partial \log p_1}{\partial u} = \frac{\dfrac{\partial R''}{\partial u}}{R' - R''} = \frac{\dfrac{\partial R''_1}{\partial u}}{R'_1 - R''_1}.$$

Soit (α, β) une solution du système

$$(1) \qquad \frac{\partial \alpha}{\partial u} + R'\frac{\partial \beta}{\partial u} = 0, \qquad \frac{\partial \alpha}{\partial v} + R''\frac{\beta}{\partial v} = 0.$$

L'enveloppe de la sphère (Σ_0) définie par l'équation

$$\alpha x_3 - \beta(x_4 + ix_5) = 0$$

se compose de la surface (M_0) qu'elle touche en M_0 et d'une surface (M_2) qu'elle touche en M_2. *Sur les surfaces* (M_0) *et* (M_2), *les lignes de courbure se correspondent.* On obtient ainsi toutes les surfaces qui correspondent à (M_0) dans des transformations de Ribaucour. Les coordonnées $(x_1, \ldots, x_5)$ du point M_2 ont pour valeurs

$$x_1 = \frac{\dfrac{\partial \alpha}{\partial u}}{A}, \qquad x_2 = \frac{\dfrac{\partial \alpha}{\partial v}}{C}, \qquad x_3 = \beta, \qquad x_4 + ix_5 = \alpha, \qquad x_4 - ix_5 = \theta,$$

θ étant définie par l'égalité

$$\left(\frac{\frac{\partial\alpha}{\partial u}}{A}\right)^2+\left(\frac{\frac{\partial\alpha}{\partial v}}{C}\right)^2+\beta^2+\alpha\theta=0 \quad (^1).$$

L'élément linéaire de la surface (M_3) est donné par la relation

$$\left(\frac{\sum_1^5 a_i x_i}{\alpha}\right)^2 ds_2^2=\left(A_1-A\frac{\frac{\partial\theta}{\partial u}}{\frac{\partial\alpha}{\partial u}}\right)^2 du^2+\left(C_1-C\frac{\frac{\partial\theta}{\partial v}}{\frac{\partial\alpha}{\partial v}}\right)dv^2.$$

Si l'on élimine successivement α et β entre les équations (1), on trouve

$$(2)\qquad \frac{\partial^2\beta}{\partial u\,\partial v}=\frac{\partial\log q}{\partial v}\frac{\partial\beta}{\partial u}+\frac{\partial\log p_1}{\partial v}\frac{\partial\beta}{\partial v},\qquad \frac{\partial^2\alpha}{\partial u\,\partial v}=\frac{\partial\log A}{\partial v}\frac{\partial\alpha}{\partial u}+\frac{\partial\log C}{\partial u}\frac{\partial\alpha}{\partial v}.$$

On peut définir pareillement les surfaces qui correspondent à (M_1) dans des transformations de Ribaucour. Soit (α', β') une solution du système

$$(3)\qquad \frac{\partial\alpha'}{\partial u}+R_1'\frac{\partial\beta'}{\partial u}=0,\qquad \frac{\partial\alpha'}{\partial v}+R_1''\frac{\partial\beta'}{\partial v}=0.$$

L'enveloppe de la sphère (Σ_1) définie par l'équation

$$\alpha' x_3-\beta'(x_4-ix_5)=0$$

se compose de la surface (M_1) qu'elle touche en M_1 et d'une surface (M_3) qu'elle touche en M_3. *Sur les surfaces* (M_1) *et* (M_3), *les lignes de courbure se correspondent*. Les coordonnées $(x_1', \ldots, x_5')$ du point M_3 ont pour valeurs

$$x_1'=\frac{\frac{\partial\alpha'}{\partial u}}{A_1},\qquad x_2'=\frac{\frac{\partial\alpha'}{\partial v}}{C_1},\qquad x_3'=\beta',\qquad x_4'-ix_5'=\alpha_1',\qquad x_4'+ix_5'=\theta',$$

---

(1) On peut encore définir comme il suit les coordonnées $(x_1, \ldots, x_5)$. x_1 et x_2 constituent une solution du système $\frac{\partial x_1}{\partial v}=r_1x_2$, $\frac{\partial x_2}{\partial u}=-rx_1$. Les deux systèmes $\frac{\partial x_3}{\partial u}=qx_1$, $\frac{\partial x_3}{\partial v}=-p_1x_2$; $\frac{\partial\alpha}{\partial u}=Ax_1$, $\frac{\partial\alpha}{\partial v}=Cx_2$ donnent ensuite x_3 et α par des quadratures. Si l'on détermine enfin θ par l'égalité $x_1^2+x_2^2+x_3^2+\alpha\theta=0$, on aura

$$x_4+ix_5=\alpha,\qquad x_4-ix_5=\theta.$$

θ étant définie par l'égalité

$$\left(\frac{\frac{\partial \alpha'}{\partial u}}{A_1}\right)^2 + \left(\frac{\frac{\partial \alpha'}{\partial v}}{C_1}\right)^2 + \beta'^2 + \alpha'\theta' = 0.$$

L'élément linéaire de la surface (M_3) est donné par la relation

$$\left(\frac{\sum_1^3 a_i x'_i}{\alpha'}\right)^2 ds_3^2 = \left(A - A_1 \frac{\frac{\partial \theta'}{\partial u}}{\frac{\partial \alpha'}{\partial u}}\right)^2 du^2 + \left(C - C_1 \frac{\frac{\partial \theta'}{\partial v}}{\frac{\partial \alpha'}{\partial v}}\right)^2 dv^2.$$

En éliminant successivement α' et β' entre les équations (3), on trouve

$$(4) \quad \frac{\partial^2 \beta'}{\partial u\, \partial v} = \frac{\partial \log q}{\partial u} \frac{\partial \beta'}{\partial u} + \frac{\partial \log p_1}{\partial u} \frac{\partial \beta'}{\partial v}, \qquad \frac{\partial^2 \alpha'}{\partial u\, \partial v} = \frac{\partial \log A_1}{\partial v} \frac{\partial \alpha'}{\partial u} + \frac{\partial \log C_1}{\partial u} \frac{\partial \alpha'}{\partial v}.$$

Ces formules sont susceptibles de diverses applications. Elles se prêtent notamment à l'étude de la transformation des surfaces isothermiques due à M. Darboux. Elles vont nous permettre d'établir et de compléter le théorème suivant que M. Bianchi a obtenu en appliquant la transformation de Lie à un théorème relatif aux congruences W :

Si (M_1) *et* (M_2) *sont deux surfaces déduites d'une surface* (M_0) *par l'application de transformations de Ribaucour, il existe une infinité simple de surfaces* (M_3) *qui correspondent à* (M_1) *et à* (M_2) *dans des transformations de Ribaucour.*

D'après les développements qui précèdent, il suffira de démontrer que l'on peut choisir la surface (M_3) de manière que cette surface corresponde à (M_2) dans une transformation de Ribaucour. Nous assujettirons le couple (α', β'), qui définit (M_3), à satisfaire aux égalités

$$(5) \qquad \frac{\frac{\partial \alpha'}{\partial u}}{A_1} = \frac{\frac{\partial \alpha}{\partial u}}{A}, \qquad \frac{\frac{\partial \alpha'}{\partial v}}{C_1} = \frac{\frac{\partial \alpha}{\partial v}}{C}, \qquad \beta' = \beta.$$

Cela est toujours possible; en effet, la première équation (2) et la première équation (4) étant identiques, on peut poser $\beta' = \beta$; ensuite, la comparaison des systèmes (1) et (3) fournit les deux premières équations (5). Les équations (5) peuvent s'écrire $x'_1 = x_1$, $x'_2 = x_2$, $x'_3 = x_3$; par suite, les points M_0, M_1, M_2, M_3 sont concycliques. Or, on démontre aisément le théorème suivant :

Deux sphères (U_1) *et* (U_2) *touchant une troisième sphère* (U_3) *en* A_1 *et* A_2,

si un cercle passant par A_1 *et* A_2 *coupe* (U_1) *et* (U_2) *en* B_1 *et* B_2, *il existe une sphère qui touche* (U_1) *et* (U_2) *en* B_1 *et* B_2.

Dès lors, il existe une sphère tangente aux sphères (Σ_0) et (Σ_1) en M_2 et M_3, et les surfaces (M_2), (M_3) se correspondent dans une transformation de Ribaucour.

Comme la fonction α' est définie par la quadrature

$$\alpha' = \int \frac{A_1}{A}\frac{\partial\alpha}{\partial u}du + \frac{C_1}{C}\frac{\partial\alpha}{\partial v}dv,$$

il y a une infinité de surfaces (H_3) jouissant de la propriété indiquée, et le théorème de M. Bianchi est démontré.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Un problème sur les systèmes triples orthogonaux.* Note de M. G. **Tsitzéica**.

On doit à Ribaucour le théorème suivant : *Lorsqu'on connaît un système triple orthogonal, les cercles osculateurs aux courbes d'intersection des surfaces appartenant à deux des familles du système, aux points où ces courbes rencontrent une surface quelconque de la troisième famille, forment un système cyclique.* (Voir par exemple Darboux, *Théorie des surfaces*, 4e partie, p. 165.) On connaît d'autre part le lien qui existe entre un système cyclique et la déformation de la surface enveloppée par les plans des cercles, à savoir : il y a sur cette surface un réseau conjugué, déterminé par le système cyclique, et qui reste conjugué dans une seule ou dans ∞^1 déformations de la surface. Cela étant, il est tout naturel de chercher tous les systèmes orthogonaux dont les systèmes cycliques donnés par le théorème de Ribaucour conduisent *tous* à des réseaux persistant dans ∞^1 déformations.

J'ai complètement résolu le problème et je vais indiquer ici la marche générale de la solution et les résultats obtenus.

L'hypothèse géométrique que nous venons de faire se traduit par les relations suivantes :

$$(1) \qquad \frac{\partial^2}{\partial u_2\,\partial u_3}\log\frac{\beta_{21}}{\beta_{31}} = 0, \qquad \frac{\partial^2}{\partial u_3\,\partial u_1}\log\frac{\beta_{32}}{\beta_{12}} = 0, \qquad \frac{\partial^2}{\partial u_1\,\partial u_2}\log\frac{\beta_{13}}{\beta_{23}} = 0,$$

où les β_{ik} sont les quantités

$$\beta_{ik} = \frac{1}{H_i}\frac{\partial H_k}{\partial u_i} \qquad (i \neq k;\ i, k = 1, 2, 3);$$

l'élément linéaire de l'espace étant

$$ds^2 = H_1^2\,du_1^2 + H_2^2\,du_2^2 + H_3^2\,du_3^2,$$

à l'aide des coordonnées curvilignes définies par le système orthogonal considéré.

Tout d'abord les égalités (1) prouvent que les systèmes orthogonaux que nous cherchons et que je désignerai par Ω jouissent de la propriété de rester des systèmes Ω après une transformation de *Combescure*.

Cela étant, il s'agit d'abord de déterminer les β_{ik} à l'aide des équations (1) et des neuf équations connues que vérifient les β_{ik} pour tout système orthogonal. Je transcris ici deux de ces équations :

$$\text{(B)} \qquad \frac{\partial\beta_{12}}{\partial u_3} = \beta_{13}\,\beta_{32},$$

$$\text{(B}'\text{)} \qquad \frac{\partial\beta_{23}}{\partial u_2} + \frac{\partial\beta_{32}}{\partial u_3} + \beta_{12}\beta_{13} = 0;$$

il y a six équations du type (B) et trois équations du type (B′). Pour intégrer les douze équations (1), (B) et (B′), je donne à (1) à l'aide de (B) la forme

$$\text{(2)} \qquad \left\{ \begin{array}{l} \beta_{23}\dfrac{\partial}{\partial u_1}\left(\dfrac{\beta_{12}}{\beta_{13}}\right) = \beta_{13}\dfrac{\partial}{\partial u_2}\left(\dfrac{\beta_{21}}{\beta_{23}}\right), \qquad \beta_{31}\dfrac{\partial}{\partial u_2}\left(\dfrac{\beta_{23}}{\beta_{21}}\right) = \beta_{21}\dfrac{\partial}{\partial u_3}\left(\dfrac{\beta_{32}}{\beta_{31}}\right), \\ \qquad\qquad \beta_{12}\dfrac{\partial}{\partial u_3}\left(\dfrac{\beta_{31}}{\beta_{32}}\right) = \beta_{32}\dfrac{\partial}{\partial u_1}\left(\dfrac{\beta_{13}}{\beta_{12}}\right), \end{array} \right.$$

où il n'y a que trois dérivées essentiellement différentes. Je suppose que les β_{ik} sont toutes différentes de zéro. Je suis conduit alors à considérer deux cas, suivant que les dérivées précédentes sont nulles ou différentes de zéro.

I. Dans le premier cas, un calcul simple montre qu'on peut poser

$$\text{(3)} \qquad \left\{ \begin{array}{lll} \beta_{12} = hP_1, & \beta_{23} = hP_2, & \beta_{31} = hP_3; \\ \beta_{13} = hQ_1, & \beta_{21} = hQ_2, & \beta_{32} = hQ_3; \end{array} \right.$$

h, P_i, Q_i étant des fonctions inconnues, la première pouvant dépendre des trois variables u_1, u_2, u_3, les autres ne dépendant pas de u_i, et il faudra déterminer ces fonctions de manière que les (B) et (B′) soient vérifiées. L'étude des équations obtenues montre qu'il faut décomposer ce cas I de notre problème en deux autres, suivant que $P_1P_2P_3 - Q_1Q_2Q_3 = 0$ ou $\neq 0$.

a. Dans le cas $P_1P_2P_3 - Q_1Q_2Q_3 = 0$ on trouve, après des calculs assez longs, pour h, P_i, Q_i les valeurs suivantes :

$$h = -\frac{m\sqrt{c_1c_2c_3}}{c_1 + c_2 + c_3}, \qquad P_1 = \frac{1}{m}\,\frac{c_2'}{c_2\sqrt{c_3}}, \qquad Q_1 = \frac{1}{m}\,\frac{c_3'}{c_3\sqrt{c_2}}, \qquad \ldots,$$

où m est une constante, c_i une fonction de u_i seulement et c'_i la dérivée de c_i. En formant les β_{ik} à l'aide de (3), on constate qu'elles sont vérifiées si l'on prend

$$H_i = \frac{c'_i}{\sqrt{c_i}(c_1 + c_2 + c_3)}.$$

Le système orthogonal correspondant est composé, dans chaque famille, de sphères passant par un point fixe. Le système Ω le plus général est, dans ce cas, le transformé de celui-ci par une transformation de Combescure.

b. Le cas $P_1P_2P_3 - Q_1Q_2Q_3 \neq 0$ est plus difficile à étudier. On trouve

$$\beta_{12} = -\frac{4}{k}(e^{u_3} + e^{-u_3}), \qquad \beta_{13} = \frac{4}{k}(e^{u_2} - e^{-u_2}),$$

les autres β se déduisant de celles-ci par des permutations circulaires sur les indices, k étant donné par

$$k = (e^{u_1} + e^{-u_1})(e^{u_2} + e^{-u_2})(e^{u_3} + e^{-u_3}) + (e^{u_1} - e^{-u_1})(e^{u_2} - e^{-u_2})(e^{u_3} - e^{-u_3}).$$

On vérifie aisément qu'on peut prendre

$$H_1 = \frac{e^{u_2} + e^{-u_2}}{k}, \qquad H_2 = -\frac{e^{u_1} - e^{-u_1}}{k}, \qquad H_3 = \frac{1}{4k}\frac{\partial k}{\partial u_3},$$

et que le système correspondant se compose, pour la famille $u_3 =$ const., de sphères ayant toutes le même rayon.

II. En supposant maintenant que les dérivées figurant dans (2) sont toutes différentes de zéro et en multipliant ces équations membre à membre, on obtient

$$\beta_{12}\beta_{23}\beta_{31} = -\beta_{13}\beta_{32}\beta_{21}.$$

On déduit de là, des équations (1) et des équations (B), qu'on peut poser

$$\beta_{12} = -Q_3 e^{R_1 - R_2}, \qquad \beta_{13} = Q_2 e^{R_1 - R_3}, \qquad \ldots;$$

les Q_i et R_i étant des fonctions ne dépendant pas de u_i, les autres β se déduisant des précédentes par des permutations circulaires sur les indices.

En écrivant que ces valeurs des β_{ik} vérifient le système (B), on trouve

$$Q_1^2 = \frac{\partial}{\partial u_2}(R_1 - R_3)\frac{\partial}{\partial u_3}(R_2 - R_1)$$

et des expressions analogues pour Q_2^2 et Q_3^2. Si l'on exprime que ces valeurs de Q_i^2 ne dépendent pas de u_i, on trouve

$$(4) \quad \frac{\partial^2 R_1}{\partial u_2\,\partial u_3}\cdot\frac{\partial}{\partial u_1}(R_3 - R_2) = \frac{\partial^2 R_2}{\partial u_3\,\partial u_1}\cdot\frac{\partial}{\partial u_2}(R_1 - R_3) = \frac{\partial^3 R_3}{\partial u_1\,\partial u_2}\cdot\frac{\partial}{\partial u_3}(R_2 - R_1),$$

équations rencontrées aussi par M. Darboux dans un problème différent (*Leçons sur les systèmes orthogonaux*, t. I, p. 228). En utilisant la méthode donnée par M. Darboux, j'ai trouvé, dans le cas actuel, les résultats suivants : En faisant abstraction d'une transformation de Combescure, il n'y a comme système Ω dans ce cas que le système orthogonal imaginaire de Combescure (voir Darboux, *Syst. orth.*, p. 272) et le système formé par les quadriques homofocales.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions analytiques uniformes à singularités discontinues non isolées*. Note [1] de M. **Arnaud Denjoy**, présentée par M. Painlevé.

Dans la séance du 6 décembre dernier, M. Pompéiu a communiqué divers résultats relatifs aux fonctions uniformes possédant un ensemble parfait discontinu de singularités. Posons

$$I = \int_C F(z)\,dz, \qquad J = \int_\Gamma F(u)\,du, \qquad F_{-1}(z) = \int_{z_0}^{z} F(z)\,dz.$$

C désigne un contour quelconque évitant les points singuliers ζ; Γ désigne un contour absolument arbitraire pouvant contenir des points ζ. Enfin, en z_0 et z, $F(z)$ est supposée holomorphe.

M. Pompéiu envisage celles de ces fonctions F telles que toutes les intégrales I sont nulles. Ceci équivaut évidemment à supposer *l'uniformité* de $F_{-1}(z)$. Car le prolongement analytique de F_{-1} se fait en prenant tous les chemins d'intégration possibles évitant les points ζ. Donc, dire que I est toujours nul si le contour C évite ζ, c'est dire que F_{-1} est uniforme. Donc, les fonctions étudiées par M. Pompéiu sont simplement *des dérivées de fonctions uniformes possédant un ensemble parfait discontinu de singularités*, l'ensemble E des points ζ. Les propriétés de ces dérivées ont été énoncées déjà, en particulier dans mes Notes des 26 juillet et 9 août derniers. Si l'ensemble E a une longueur finie, non nulle, F ne peut pas être bornée (δ étant la distance de z à l'ensemble E, il serait peut-être possible de montrer que $F\delta$ ne peut pas être infiniment petit au voisinage de E). Si E a une aire nulle et une longueur infinie, j'admets volontiers (parce que je crois que

---

[1] Présentée dans la séance du 27 décembre 1909.

la *sinuosité* d'un ensemble d'aire nulle est nulle) que F ne peut pas être bornée (ni, sans doute, partout infiniment petite relativement à $\log \delta^{-1}$).

Mais, où je ne juge plus possible d'accepter sans réserves l'opinion de M. Pompéiu, qui fut celle de tous les auteurs, et la mienne (quand je croyais que deux points, infiniment voisins à vol d'oiseau, l'étaient aussi, et au même ordre près, par un chemin extérieur à l'ensemble), c'est dans le cas où l'aire de E n'est pas nulle. Cette opinion s'exprime ainsi :

Si $F(z)$ est une fonction partout continue, partout analytique, sauf sur E, il est impossible que F soit, en dehors de E, la dérivée d'une fonction uniforme.

Il est d'abord indiscutable que si la nullité de toutes les intégrales I entraîne celle des intégrales J, prises le long d'un contour Γ pouvant contenir des points ζ, comme l'intégrale qui donne $F_{-1}(z)$ se trouve être indépendante du chemin d'intégration, absolument arbitraire, comme le nombre $F_{-1}(z)$ est une fonction admettant en tout point pour dérivée $F(z)$ (à cause de la continuité de F), alors, cette fonction de z admet dans tout le plan une dérivée (continue, par surcroît). Elle est holomorphe partout. Il y a contradiction.

Mais je ne crois pas, malgré l'affirmation de M. Pompéiu, qu'il soit possible de montrer que la nullité de tous les I entraîne celle de tous les J, *quel que soit l'ensemble* E, même si la sinuosité est infinie. Au contraire, si la sinuosité de E est nulle, il est possible de trouver une famille de contours C tendant vers Γ, et tels que la longueur de C tende vers celle de Γ. Alors, $I = 0$ entraîne $J = 0$; F ne peut pas être continue. Pareillement, si la sinuosité est finie. On peut alors supposer que la longueur de C reste finie, quand C tend vers Γ. F ne peut pas être continue. Il serait intéressant de connaître le raisonnement par lequel M. Pompéiu a pu s'affranchir de la considération de la sinuosité. Tant que la discontinuité nécessaire de F n'aura pas été démontrée, les résultats suivants que j'ai établis garderont leur intérêt.

Supposons que nous entourions les points de E par une famille φ_n d'un certain nombre n de contours c_n. Soient l_n, r_n la longueur et la plus grande dimension de l'un des contours c_n. Supposons que, n croissant indéfiniment, la famille φ_n tende vers E. Soit S_1^n la somme des produits $l_n r_n^p$ relatifs à une même famille φ_n. Le développement en fractions rationnelles d'une fonction $F_1^n = \Phi$, singulière sur E, uniforme, et de ses dérivées, montre que, les φ_n étant convenablement choisis :

1° Si S_1^n reste borné, quand n croît indéfiniment (il y aurait lieu de

chercher si ceci n'équivaut pas *a priori* à une sinuosité bornée), la fonction F qui coïncide avec Φ' en dehors de E ne peut pas être partout continue.

2° Si S''_2 reste bornée, la fonction F_1 qui coïncide avec Φ'' hors de E ne peut pas être continue, etc.

Mais les procédés que j'ai donnés dans ma Note du 6 décembre permettent d'obtenir des ensembles pour lesquels S''_p est non borné pour n infini, quel que soit p fixe. Pour de tels ensembles, est-il possible d'admettre qu'il existe une famille de fonctions $F_1, F_2, \ldots, F_n(z), \ldots$, telles que : 1° $F_n(z)$ est une fonction de z partout continue; 2° en tout point extérieur à E, F_n est analytique et est la dérivée de F_{n-1}; 3° F_n admet tous les points de E pour points singuliers? Je n'ose l'affirmer, mais je crois que le contraire est encore à prouver.

D'ailleurs, comme je l'ai fait remarquer dans ma dernière Note, rien ne prouve que F_{-1} soit bornée, ni *a fortiori* $F_{-2}, \ldots, F_{-p}$. Peut-on affirmer que ces fonctions cessent, à partir d'une certaine valeur de p, d'êtres uniformes? Je ne saurais répondre.

On voit quel intérêt il y aurait à démontrer un théorème tel que le suivant : *Les singularités d'une fonction uniforme intégrale d'une équation différentielle algébrique ne peuvent former un ensemble discontinu de sinuosité infinie.*

J'ai démontré au sujet des ensembles parfaits le théorème général suivant : *Si la distance à* E *de tous les points des contours c_n est comprise entre* $K\varepsilon_n$ *et* $K'\varepsilon_n$ (K *et* K' *positifs fixes*), *la longueur totale* L_n *des contours* c_n *peut être supposée telle que* $L_n\varepsilon_n$ *tende vers zéro avec* ε_n.

Ceci permet de démontrer que *toute fonction continue dans tout le plan, holomorphe hors d'un ensemble* E, *est développable en série de fraction rationnelle à pôles simples* choisis sur E indépendamment de la fonction.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *De la compression d'air adiabatique appliquée à un véhicule mû par un moteur à explosion pour remplacer les transmissions mécaniques.* Note (¹) de M. Camille Hautier, présentée par M. d'Arsonval.

Si l'on comprime adiabatiquement un certain poids d'air, 1^{kg} par exemple, à la pression de 100^{atm}, et qu'on fasse détendre aussitôt cet air jusqu'à la pression atmosphérique sans perte de chaleur extérieure (*fig.* 1), il rendra exactement le travail qu'il aura coûté, sauf celui absorbé par les frotte-

(¹) Présentée dans la séance du 27 décembre 1909.

ments dans les appareils de compression et d'utilisation. Le rendement théorique sera donc égal à l'unité et il en sera de même pour toute autre pression de compression.

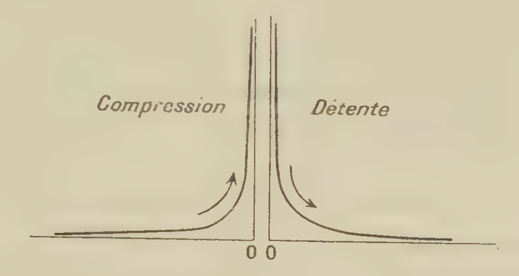


Fig. 1. — Diagrammes de compression et de détente adiabatique.

Le travail de 1^{kg} d'air sera mesuré comme celui de la détente par la formule connue : $T = 425 \times 0,17\ (t - t')$ où t est la température absolue de l'air à la fin de la compression et t' la température absolue à l'aspiration comme à la fin de la détente, le terme entre parenthèses représentant ainsi la chaleur produite ou utilisée dont on sait que chaque unité ou calorie équivaut à 425^{kgm}. Que l'on comprime l'air adiabatiquement ou isothermiquement, la compression dégage toujours une quantité de chaleur proportionnelle au travail de compression.

Jusqu'ici, cette chaleur était entièrement perdue, de sorte qu'on s'efforçait de se rapprocher d'une compression entièrement isothermique pour réduire le travail à dépenser.

Or, si l'on comprime isothermiquement 1^{m^3} d'air, à 100^{atm}, on obtient un volume de 10^{l}, tandis que si la compression est adiabatique le volume d'air produit est de 38^{l}, soit 3,8 fois plus élevé. Les travaux dépensés sont, d'autre part, dans le rapport de 0,371 cheval-heure (compression adiabatique) à 0,176 cheval-heure (compression isothermique), rapport égal à 2,1.

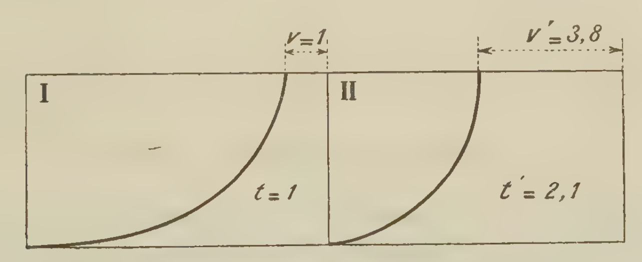


Fig. 2 et 3. — Compression isothermique et adiabatique : V, V' volumes; t, t' travaux.

Les diagrammes I et II des figures 2 et 3 représentent ces deux méthodes. On voit que le fonctionnement adiabatique est de beaucoup le plus avantageux, ce qui pouvait se concevoir, *a priori*, puisque dans cette méthode la

chaleur produite est utilisée, tandis qu'elle est totalement perdue dans la compression isothermique. En ramenant dans les deux cas le travail dépensé à 1, on trouve que le travail utilisé dans le fonctionnement adiabatique est égal à 1,81 fois celui utilisé dans le fonctionnement isothermique, soit une augmentation de 81 pour 100 par rapport à ce dernier.

Il faut voir dans la méthode isothermique les raisons qui ont limité l'application de l'air comprimé à la traction, aussi avons-nous appliqué l'air comprimé de la manière adiabatique, mais à basses pressions, à seule fin d'éviter les températures excessives telles qu'elles résulteraient d'une compression adiabatique à 100^{atm} et qui atteindrait 830° C.

Nous avons donc limité la pression maxima, dans notre application, à 15^{atm}, soit 363°; cet air arrive à l'appareil récepteur à cette même température, sauf la perte peu appréciable, due à la conductibilité des organes de production et d'utilisation pendant les quelques secondes qui s'écoulent entre sa compression et sa détente.

L'application de ce principe a été réalisée sur un véhicule automobile à pétrole, en vue de donner au couple moteur, sur la transmission, sans avoir recours aux appareils d'embrayage et de changement de vitesse généralement employés, une valeur égale à celle d'un moteur à vapeur.

On peut représenter la fonction de chacun de ces organes par les diagrammes de la figure 4.

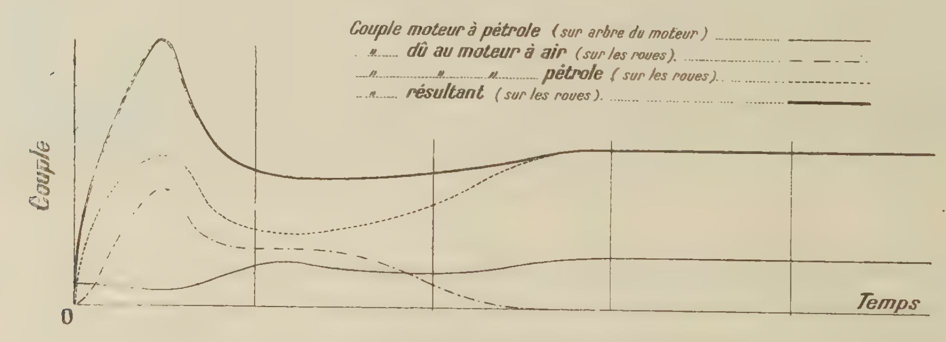


Fig. 4. — Démarrage normal d'un véhicule aérothermique.

Le moteur à pétrole attaque différentiellement par l'intermédiaire d'un train épicycloïdal la transmission et un compresseur d'air. Le compresseur freine progressivement la couronne extérieure et force les satellites montés sur l'arbre de transmission à actionner cette dernière. L'air fourni par le compresseur est utilisé aussitôt sa production sur un moteur.

Le couple moteur sur le train épicycloïdal est presque constant; au démarrage le couple sur la transmission provenant des satellites est proportionnel à l'effort de

freinage sur la couronne, tandis que celui fourni par le moteur à air vient finalement contrebalancer le couple résistant.

Puis, à mesure que la vitesse s'accélère, le rôle de l'air devient de moins en moins important pour, enfin, devenir nul. Le véhicule n'est plus alors propulsé qu'en prise directe après être passé progressivement par toutes les vitesses intermédiaires entre le moment du démarrage et cette position dite *prise directe*.

Par l'adjonction d'une bouteille de réserve d'air ou accumulateur, un tel dispositif permet d'obtenir :

La mise en marche automatique; la douceur de démarrage et la progressivité de la vapeur; une augmentation momentanée du couple moteur dans les démarrages et dans les rampes; la marche arrière; l'application du moteur à explosions, sur rails, quelle que soit la valeur du couple résistant.

ANALYSE SPECTRALE. — *Sur la répartition des raies ultimes dans le spectre des diverses régions du Soleil.* Note de M. **A. de Gramont**, présentée par M. H. Deslandres.

Le spectre solaire et les spectres stellaires sont ordinairement assimilés ou comparés à des spectres d'arc, parfois même à des spectres de flammes très chaudes. Mais l'existence, dans les différentes régions du Soleil, des spectres de lignes de l'hydrogène et de l'hélium, exclusivement obtenus avec l'étincelle, montre bien que le spectre solaire comporte l'intervention de phénomènes électriques. Les études récentes des taches et la découverte par M. Hale du phénomène de Zeeman dans celles-ci confirment encore cette manière de voir. Je me permettrai de proposer ici, à titre d'hypothèse, une interprétation de ce fait que le spectre des éléments présents dans le Soleil paraît voisin d'un spectre d'arc, bien que sa production soit vraisemblablement due à des décharges électriques ou accompagnée de celles-ci. Si, dans le spectre de dissociation [1] d'un composé métallique ou d'un alliage, nous considérons l'ensemble des lignes d'un des constituants, et si nous constatons la présence de toutes les raies de son spectre d'étincelle, comprenant aussi celles de l'arc, nous dirons que sa *limite d'ap-*

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXXI, 8 juillet 1895; *Ann. de Chim. et de Phys.*, 8e série, t. XVII, 1909.

parition totale est atteinte ou dépassée. Si, au contraire, nous faisons décroître sa teneur au-dessous de cette limite, les raies spéciales à l'étincelle disparaîtront les premières, successivement. La quantité de l'élément considéré continuant à diminuer, on arrivera à une teneur où il ne sera plus représenté que par des raies de l'arc, puis seulement par les plus persistantes de celui-ci, et finalement par les raies de la flamme du chalumeau. J'ai observé cette décroissance régulière, avec un grand nombre d'alliages ou de minéraux, aussi bien que pour les raies des métaux que pour celles de certains métalloïdes, la teneur du corps décroissant ayant été parfois réduite jusqu'au millionième. Les raies les plus persistantes, les dernières à disparaître, sont donc communes aux différentes sources de spectres; ces *raies ultimes* ([1]) subsistent avec l'emploi d'une forte self-induction (0,1 henry). Si maintenant, à titre d'hypothèse, nous appliquons au Soleil les résultats précédemment énoncés, nous pourrons nous expliquer ainsi, d'une part, que les raies ultimes se trouvent dans toutes les régions solaires, depuis les taches jusqu'aux parties très élevées de la chromosphère; d'autre part, que les raies de l'étincelle accompagnent celles de l'arc dans le spectre des taches, régions basses et présumées correspondre à une abondance de vapeurs métalliques denses où l'on se rapprocherait de la limite d'apparition totale.

Mais dans les régions les plus hautes de la chromosphère, aux quelques raies ultimes qui s'y manifestent, viennent s'ajouter un très petit nombre de raies de l'étincelle, les *enhanced lines* ou raies renforcées que Sir Norman Lockyer attribue aux *proto-éléments* résultant de la dissociation des corps simples. Nous pourrons leur donner cette signification chaque fois que nous les rencontrerons séparées de l'ensemble du spectre auquel elles appartiennent. Elles correspondraient, au contraire, à une forte teneur de l'élément ordinaire non dissocié, lorsqu'elles se trouveraient comprises dans le spectre complet de celui-ci, où leur présence indiquerait que la limite d'apparition totale a été atteinte. On trouverait donc, dans les zones élevées de la chromosphère, à la fois des vapeurs très raréfiées de l'élément intégral, et les produits de décomposition commençante de celui-ci. En résumé, cette hypothèse revient à supposer que les spectres des diverses régions du Soleil sont des spectres de dissociation et que leurs différences sont dues principalement à la variation des proportions des éléments en présence. On pourrait même espérer en tirer des indications quantitatives, portant, tout

([1]) *Comptes rendus*, t. CXLIV, 21 mai 1907; t. CXLV, 22 juillet 1907.

au moins, sur l'ordre de grandeur des teneurs relatives des substances qui constituent les parties extérieures du Soleil.

		Hauteur.	
		Lockyer.	Mitchell.
Potassium	4047,4		
»	4044,4		
Rubidium (?)	4202,0		
Magnésium (*b*)	5183,8*	3",2	
»	3838,5	4,4	
Calcium (H)	3968,6		
» (K)	3933,8*	13	
Strontium	4215,7	6	4"
»	4077,9*	6	4
Baryum	5535,3		
»	4554,2*		2,5
Scandium ([1])	4247,0	4	2,5
»	3613,9*		
Aluminium	3961,7*	3,2	
»	3944,2	3,2	
Silicium	3905,7		
Titane	3761,5	3,6	
Plomb	4058,0*		
»	3683,6		
Vanadium	4408,5		
Chrome	5208,7		
»	4254,5*		2,5
Manganèse	4033,2		
»	4030,9	2,4	
Fer	4383,7		
»	4045,9	2,4	
Nickel	3858,5		
»	3807,3		
»	3619,5*		
Cobalt	4121,5		
»	4118,9		

Quant aux spectres des métalloïdes qui n'ont pas été reconnus dans le Soleil, et ne donnent pas de spectre d'arc, du moins dans la partie accessible aux observations astronomiques, il n'y a lieu d'en conclure, ni que ces éléments sont étrangers au Soleil, ni que le spectre de celui-ci doive être assimilé à un spectre d'arc. J'ai, en effet, montré récemment ([2]) que les raies de grande sensibilité et les raies ultimes de plusieurs de ces métalloïdes,

([1]) D'après les travaux de Crookes, et sans vérification de ma part.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXLVI, 18 juin 1908.

tellure, phosphore, arsenic, antimoine, bore, sont situées dans la partie de l'ultra-violet absorbée par l'atmosphère terrestre, c'est-à-dire plus réfrangible que λ 2920 environ. C'est dans cette région que se trouvent aussi les raies sensibles de l'or et notamment ses ultimes : 2676,0; 2428,1; c'est pourquoi il a été considéré comme étranger au Soleil.

Les raies ultimes que j'ai déjà antérieurement données ici pour un certain nombre d'éléments avaient été établies par rapport à l'ensemble du spectre visible et ultra-violet. Mais le champ de la spectroscopie astronomique est restreint non seulement par l'absorption atmosphérique, mais aussi le plus souvent, d'une part, par la matière des instruments employés, télescopes à miroir argenté, ou lunettes et spectrographes à partie optique en flint, et, d'autre part, par la sensibilité des plaques photographiques courantes. J'ai donc été amené à dresser, à peu près dans ces limites et avec un spectrographe en flint, le Tableau (voir p. 39) des raies les plus persistantes et les plus sensibles; il pourra servir pour les recherches chimiques dans les laboratoires ne possédant pas de spectrographes de quartz. On y trouvera d'ailleurs pour les métaux alcalins et alcalino-terreux, le plomb et l'aluminium, les raies ultimes vraies pour tout le spectre. Lorsqu'une raie est notablement plus persistante que les autres pour un élément donné, sa longueur d'onde y est accompagnée du signe *.

Les secondes d'arc mesurent le maximum de hauteur des raies dans le *spectre éclair* d'après Lockyer (éclipses de 1898 et de 1900) et de Mitchell (éclipse de 1901). Sauf celles du potassium et du rubidium, toutes les raies du Tableau appartiennent à la chromosphère [Evershed, *Éclipses de* 1900 (*Phil. trans.*, t. CCI); Dyson, *Éclipses de* 1900, 1901, 1905 (*Phil. trans.*, t. CCVI)]. Je signalerai l'intérêt qu'il y aurait à rechercher, avec un matériel peu absorbant, les doublets ultimes de l'argent 3383,0; 3280,8 et du cuivre 3274,0; 3257,6, ce dernier déjà identifié dans la lumière totale du Soleil par Rowland.

CHIMIE ORGANIQUE. — *De la production de petites quantités d'aldehyde formique dans l'oxydation de l'alcool éthylique par voie chimique, physique ou biologique.* Note (1) de M. **E. Voisenet**, présentée par M. A. Gautier.

L'aldéhyde formique prend naissance sous l'influence de réactions très variées. Celles qui le produisent en petites quantités ou simplement à la

(1) Présentée dans la séance du 27 décembre 1909.

dose de traces, sont fort intéressantes; en particulier, celles dans lesquelles l'aldéhyde formique est le produit d'une réaction secondaire, parasite de la réaction principale.

J'ai constaté la production de formaldéhyde à des doses souvent très minimes, grâce à une réaction distincte de celles que donnent les autres aldéhydes grasses, notamment l'aldéhyde acétique : cette réaction [1] consiste dans l'obtention d'une matière colorante violette lorsqu'on traite une substance albuminoïde par les acides sulfurique ou mieux chlorhydrique légèrement nitreux, en présence de traces d'aldéhyde formique. Par sa spécificité et sa sensibilité ($\frac{1}{10000000}$), cette réaction colorée peut rendre de précieux services.

J'ai reconnu la formation constante de cette aldéhyde dans l'oxydation ménagée de l'alcool éthylique, pur de toute trace de composés méthyliques; cette oxydation étant le résultat soit d'une action purement chimique, directe ou mise en jeu par un phénomène physique, ou encore par l'intervention d'un être vivant. En appliquant ma méthode de détermination de l'alcool méthylique [2] à la recherche de cette substance dans l'alcool du vin, j'ai remarqué que tous les échantillons d'alcool éthylique les plus purs du commerce donnaient eux-mêmes, après oxydation et élimination de l'acétaldéhyde par distillation fractionnée, une légère coloration violette sous l'influence du réactif albumine-acide chlorhydrique nitreux sur les premiers centimètres cubes du fractionnement subséquent, comme si ce fractionnement eût contenu des traces de formaldéhyde ou de ses acétals. Les propriétés de la matière colorante et les caractères spectroscopiques sont identiques.

J'ai reconnu depuis que si, pour certains alcools, notamment ceux de maïs, cette réaction doit être attribuée à la présence de traces d'alcool méthylique, elle est due, le plus souvent pour la majeure part, à la formation d'aldéhyde formique qui se forme dans l'oxydation ménagée de l'alcool éthylique lui-même.

I. Oxydation de l'alcool éthylique par voie chimique. — 1° *Oxydation au moyen du mélange chromique.* — Comme les alcools du commerce pouvaient contenir de l'alcool méthylique dont il n'eût pas été possible de séparer les dernières traces par distillation fractionnée ou congélation, j'ai dû préparer de l'alcool éthylique chimiquement exempt de composés méthyliques. Tout d'abord, employant une méthode

---

(1) *Bull. Soc. chim.*, t. XXXIII, 1905, p. 1198.
(2) *Bull. Soc. chim.*, t. XXXV, 1906, p. 748.

rapide, sinon parfaite, j'ai préparé de l'alcool par fermentation de plusieurs saccharoses ou glucose : les divers échantillons d'alcool obtenus, traités après rectification, par le réactif albumine-acide chlorhydrique nitreux, sont restés incolores. Cette vérification était indispensable, notamment pour l'alcool de sucre de canne ou de betterave, attendu que ces variétés de saccharose contiennent fréquemment de la formaldéhyde originaire de la cuite. Chacun de ces échantillons d'alcool, soumis à l'oxydation ménagée par mélange chromique, donna, après séparation de l'acétaldéhyde, un fractionnement se colorant légèrement en violet par le réactif albumine-acide chlorhydrique nitreux, accusant ainsi la présence du méthanal formé par oxydation.

Incomplètement satisfait de ce résultat, je me décidai à préparer de l'alcool pur par d'autres procédés : 1° hydrogénation de l'acétaldéhyde pure régénérée de la métaldéhyde ou de la paraldéhyde pures; 2° synthèse de Berthelot par l'éthylène ; 3° action de l'acide sulfurique pur sur l'éther pur et décomposition ultérieure par l'eau de l'acide éthylsulfurique formé.

Je me borne à indiquer que par l'application de chacune de ces méthodes j'ai obtenu quelques centimètres cubes d'un liquide alcoolique bouillant entre 78°-79°, dont chaque échantillon a été vérifié exempt de toute trace de formaldéhyde. En soumettant ensuite chacun d'eux à l'oxydation ménagée par le mélange chromique, j'ai toujours constaté la présence de l'aldéhyde formique.

J'ajoute que la comparaison colorimétrique des teintes violettes fournies par les échantillons d'alcool précédents et ceux de fermentation m'a permis de conclure à l'absence de tout composé méthylique chez plusieurs de ces derniers; aussi est-ce avec de tels produits que j'ai effectué les recherches suivantes.

2° *Oxydation de l'alcool éthylique par divers agents chimiques oxydants usuels :* ozone, eau oxygénée ou composés générateurs de ce corps, oxydes de l'azote, chlore et hypochlorites, mélange manganique, etc.

J'ai reconnu que tous ces agents engendrent également des traces d'aldéhyde formique avec l'alcool éthylique pur : en particulier, le réactif albumine-acide chlorhydrique nitreux permet de reconnaître cette aldéhyde dans le distillatum aqueux résultant de la préparation du chloroforme par la méthode de Soubeiran et aussi parmi les produits de l'action de l'acide azotique dilué sur l'alcool.

II. Oxydation de l'alcool éthylique par voie physique. — 1° *Oxydation par catalyse.* — L'aldéhyde formique figure parmi les produits d'oxydation de l'alcool par action de contact. On peut s'en rendre compte en répétant avec cette substance l'expérience dite *de la lampe sans flamme;* après quelques minutes de réaction, on peut reconnaître la présence de formaldéhyde, soit directement, soit après distillation. L'oxydation de l'alcool par les métaux pulvérulents conduit à la même formation.

2° *Oxydation par électrolyse.* — La présence d'aldéhyde formique parmi les produits nés au cours de cette action n'a pas été encore signalée. Or, la formation de ce corps en pareille circonstance est constante, qu'il s'agisse d'alcool concentré ou dilué; en particulier, si l'on soumet un mélange de 50^{cm^3} d'alcool à 90° ou à 30° et de 5^{cm^3} d'acide sulfurique au quart, à l'action électrolytique du courant de quatre éléments Bunsen, durant 24 heures, le liquide soumis à la distillation fractionnée lentement conduite donnera d'abord une coloration jaune par le réactif (coloration due à l'aldéhyde acétique), puis une coloration violette due à la présence de formaldéhyde.

III. Oxydation de l'alcool éthylique par voie biologique. — La fixation d'oxygène sur l'alcool par l'intermédiaire des *mycoderma vini* ou *aceti* donne une trace d'aldéhyde formique. En particulier, si l'on réalise une préparation de vinaigre d'alcool, et si l'on soumet le liquide acide à une distillation fractionnée lente que l'on suit à l'aide du réactif, on obtient d'abord une coloration jaune due à de l'acétaldéhyde, et bientôt, avec le fractionnement ultérieur, une coloration violette bien nette accusant la présence de formaldéhyde. La même expérience répétée avec du vrai vinaigre de vin conduit à un résultat semblable : l'oxydation de l'alcool du vin par le *mycoderma vini* donne lieu à une semblable observation.

La quantité d'aldéhyde formique qui prend ainsi naissance varie avec chacun des modes précités; elle est variable suivant les conditions expérimentales; elle est surtout faible dans l'oxydation par voie biologique.

Malgré ces doses infinitésimales, ce cas particulier de production de l'aldéhyde formique est très intéressant : en effet, il resserre le lien d'analogie entre les résultats des phénomènes physiques ou chimiques et ceux d'origine biologique. Cette analogie se double ici d'un fait, paradoxal en apparence, celui de l'élaboration d'un corps toxique par des êtres vivants dans le milieu où ils fonctionnent et se multiplient. Le chimiste devra tenir compte de cette formation parasite dans la recherche fondée sur la transformation en aldéhyde de l'alcool méthylique dans l'alcool du vin, au moins quand cette impureté n'y figurera qu'à l'état de traces. A un autre point de vue, ce mode de production invite le législateur à se mettre en garde contre les dangers de la prohibition absolue de la formaldéhyde, puisque cet antiseptique fait partie, au moins en proportion infinitésimale, d'une matière alimentaire, le vinaigre.

CHIMIE. — *Nouvelle méthode permettant de déceler des traces d'alcools.* Note de M. E. de Stœcklin, présentée par M. Roux.

J'ai montré dernièrement [1] comment on peut, à l'aide de systèmes peroxydasiques très simples, transformer instantanément la plupart des alcools en aldéhydes correspondantes. On peut fonder sur cette réaction une méthode permettant de rechercher des traces d'alcools.

A cet effet on ajoute au liquide à étudier de l'eau oxygénée et tel composé organique du fer approprié réagissant catalytiquement sur le

---

[1] E. de Stœcklin, *Comptes rendus*, 28 décembre 1908.

peroxyde pour former avec lui un système peroxydasique susceptible d'attaquer l'alcool. La plus grande partie de l'alcool oxydé passe, ainsi que je l'ai montré [1], à l'état d'aldéhyde que l'on met en évidence par le réactif bien connu de cette famille de corps : la solution de fuchsine décolorée par l'anhydride sulfureux.

Cette réaction est d'une sensibilité telle qu'il m'a suffi de quatre gouttes d'une solution alcoolique au dix-millième pour y retrouver nettement la présence du corps cherché ; encore n'ai-je pas atteint, ici, la limite de sensibilité de la réaction.

Les manipulations qui interviennent au cours de cette recherche sont d'une grande simplicité. On prépare d'abord les quatre solutions suivantes qui se conservent assez longtemps, surtout les trois premières :

1° *Quinhydrate de fer.* — Elle contient 1^{mg} de fer par centimètre cube. On la prépare en ajoutant un sel ferrique à une solution saturée vers 80° de quinhydrone fraîchement préparée.

2° *Tannate de fer.* — Elle contient également 1^{mg} de fer par centimètre cube. On la prépare en ajoutant un sel ferrique à une solution aqueuse de tannin à 3 pour 100.

3° Eau oxygénée à 5 pour 100. Préparée à partir du perhydrol de Merck.

4° *Bisulfite de rosaniline.* — On la prépare selon les indications données dans la méthode d'analyse officielle des alcools.

Lorsqu'on est en possession de ces quatre liqueurs, voici comment l'on procède.

On prélève, si possible, environ 1^{cm^3} du liquide à essayer (si le liquide est précieux, 4 ou 5 gouttes suffisent) qu'on introduit dans un tube à essai ; dans le cas où le liquide est alcalin, on l'acidifie *très* légèrement par l'acide acétique ; dans le cas contraire, si l'acidité est notable, on la ramène vers la neutralité à la phtaléine sans y atteindre tout à fait. Ce point acquis, on ajoute alors deux gouttes de quinhydrate de fer au liquide contenu dans le tube, suivies *aussitôt* de trois à quatre gouttes d'eau oxygénée. On agite le tube pendant quelques secondes, après quoi l'on additionne le tout de 1^{cm^3} à 2^{cm^3} de bisulfite de rosaniline ; on agite de nouveau et on laisse reposer. Si le liquide contient de l'alcool, on constate au bout de quelques minutes l'apparition d'une coloration violacée plus ou moins intense suivant la quantité d'aldéhyde respectivement d'alcool contenue dans la liqueur soumise à l'oxydation.

De l'opération conduite comme je viens de l'indiquer, on ne peut conclure qu'à la présence ou l'absence d'un alcool, cet alcool fût-il la glycérine [2]. Pour obtenir plus de précision, il faudra répéter l'opération en remplaçant le quinhydrate de fer par le tannate ; une réaction positive indiquera qu'on est en présence d'un mono-alcool normal appartenant à l'un

---

[1] E. de Stœcklin, *Comptes rendus*, 15 février 1909.

[2] E. de Stœcklin et E. Vulquin, *Comptes rendus*, mai 1909.

des quatre premiers termes de la série grasse (voir *Comptes rendus*, 15 février 1909).

Cette méthode combinée à celle de Denigès [1] pour la recherche de la glycérine donne pour ce corps en particulier des renseignements très sûrs. Il suffit, en effet, de faire bouillir au préalable le liquide pour en chasser les alcools volatils qu'il pourrait contenir, le séparer en deux portions; sur l'une on fera réagir le bisulfite qui indiquera la présence d'aldéhyde glycérique, sur l'autre la codéine suivant les prescriptions de Denigès, sans qu'il soit nécessaire d'avoir recours au préalable à l'acide iodhydrique.

Cette seconde réaction est caractéristique de la dioxyacétone. Si les deux réactions sont positives, on pourra conclure à la présence de glycérine avec quelque certitude.

Cette méthode, ainsi qu'on le voit, possède des avantages appréciables sur les méthodes similaires: elle est d'un emploi excessivement simple et facile, d'une sensibilité plus grande qu'aucune autre, d'une netteté parfaite, et elle n'exige aucun tour de main spécial. De plus, elle peut s'appliquer directement aux liquides les plus divers sans que, la plupart du temps, il soit nécessaire d'avoir recours à une distillation préalable. C'est ainsi que j'ai obtenu des résultats très nets en agissant directement sur des liquides tels que des préparations pharmaceutiques variées, parfums, macérations d'organes animaux, extraits microbiens, sérums, liquides physiologiques, etc. Il est cependant toujours préférable d'avoir recours à la distillation, si l'on n'a pas obtenu de résultat positif sur le liquide primitif. Quelques gouttes de distillat suffisent.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la séparation du saccharose et du lactose par le ferment bulgare.* Note de M. **L. Margaillan**, présentée par M. Roux.

Parmi les ferments lactiques vrais, le ferment bulgare qui a fait, ces dernières années, l'objet d'un certain nombre de recherches d'ordre chimique [2] ou physiologique [3] mérite une attention toute spéciale par sa

---

(1) Denigès, *Comptes rendus,* 18 janvier 1909.

(2) G. Bertrand et G. Weisweiller, *Annales de l'Institut Pasteur*, t. XX, p. 977. — G. Bertrand et F. Duchacek, *Annales de l'Institut Pasteur*, t. XXIII, p. 402.

(3) M. Cohendy, *Comptes rendus Soc. Biol. Paris,* t. I, 1906, p. 558. — E. Metchnikoff, *Essais optimistes,* 4e Partie, V.

puissance de fermentation de certains hydrates de carbone qu'il transforme presque exclusivement en acide lactique avec un rendement supérieur à 97 pour 100.

MM. G. Bertrand et F. Duchacek ont montré (*loc. cit.*) que, cultivé dans des conditions identiques dans des milieux contenant soit du lactose, soit du saccharose, ce microbe détruit le lactose, mais ne touche pas au saccharose. Certains auteurs ([1]) avaient, d'autre part, signalé l'attaque du sucre de canne. Nos expériences ont pleinement confirmé la conclusion de MM. Bertrand et Duchacek.

Par analogie avec le fait observé par M. Bourquelot ([2]), que la fermentation alcoolique du galactose peut être obtenue par une sorte d'entraînement à l'aide de dextrose, mannose ou maltose, nous nous sommes demandé s'il ne serait pas possible d'obtenir l'attaque du saccharose par un entraînement de ce genre à l'aide de lactose ou de glucose, ce qui expliquerait la contradiction signalée.

A cet effet, dans le milieu de culture composé de 10^{cm^3} d'eau de touraillons à 1 pour 100 de peptone Chapoteant, 300^{mg} de carbonate de calcium précipité, nous avons introduit un mélange à proportions variables de lactose pur et de saccharose pur de façon à avoir un poids total de sucres égal à 400^{mg}.

La marche de la fermentation était suivie par le pouvoir réducteur suivant la méthode de M. G. Bertrand ([3]). Lorsque tout pouvoir réducteur avait disparu, le lactose était détruit, nous procédions à l'hydrolyse chlorhydrique du saccharose et nous dosions le sucre interverti.

En opérant ainsi, nous avons toujours retrouvé intégralement la quantité de saccharose introduite. Il n'y avait pas d'entraînement. Nous n'avons pas eu plus d'action en forçant la dose de peptone qui est au plus haut point favorable au développement du bacille, tandis que MM. Tollens et Stone ([4]) avaient pu, dans des conditions analogues, produire la fermentation du galactose. Nous n'avons pas eu plus de résultats en remplaçant le lactose par le glucose.

Nous avons pu dans ce milieu artificiel caractériser encore le dédoublement du lactose par une lactase que nous n'avons pas encore réussi à isoler ([5]). Ceci montre l'absence totale de sucrase et la spécificité très nette de la lactase.

([1]) M. Cohendry, *loc. cit.* — E. Metchnikoff, *loc. cit.*

([2]) Bourquelot, *Comptes rendus*, t. CVI, p. 283.

([3]) G. Bertrand, *Bull. Soc. chim. Paris*, 3e série, t. XXXV, 1906, p. 1285.

([4]) Tollens et Stone, *D. chem. G.*, t. XXI, p. 1572.

([5]) MM. Bertrand et Weisweiller (*loc. cit.*) ont été les premiers à mettre en évidence le dédoublement préalable du lactose par la lactase du ferment bulgare dans le lait.

En conséquence, il nous a paru y avoir là le principe d'une méthode de recherche qualitative et quantitative du saccharose en présence du lactose ou du glucose (1), par exemple, dans les milieux naturels; il suffirait de cultiver le bacille bulgare sur ces milieux : celui-ci détruira le lactose et l'on dosera le saccharose par son pouvoir réducteur après interversion. Cette méthode s'applique directement aux laits condensés avec addition de saccharose ou aux laits maternisés suivant la méthode de Budin et Michel.

BOTANIQUE. — *Sur les types sauvages de la Pomme de terre cultivée.* Note de M. **Pierre Berthault**, présentée par M. Gaston Bonnier.

Les *Solanum* sauvages que les botanistes et les horticulteurs ont à différentes reprises rapprochés de la Pomme de terre cultivée sont assez nombreux. Parmi eux, les *Solanum Maglia* Schlecht., *Commersonii* Dun., *etuberosum* Lindl., et aussi certains *Solanum* sauvages rapportés au *S. tuberosum* L. ont été particulièrement remarqués des praticiens qui ont espéré en obtenir par la culture des races nouvelles de Pommes de terre (2).

Si les *Solanum Commersonii* Dun., et *Maglia* Schlecht. sont des plantes dont les caractères sont bien connus et pour lesquelles aucune confusion n'est faite avec les espèces voisines, il n'en est pas de même du *S. etuberosum* Lindl. et du *S. tuberosum* L. Récemment M. Wittmack (3) montrait que la plante décrite par M. Sutton (4), sous le nom de *S. etuberosum*, ne correspondait pas à l'échantillon de Lindley et qu'on était en présence de deux plantes distinctes. Mes observations confirment l'opinion émise par le savant professeur allemand; en outre, j'ai constaté qu'une confusion analogue existe pour le *S. tuberosum*. Sous cette même dénomination on rencontre en effet des plantes bien différentes :

(1) Le lactose et le glucose sont les deux seuls sucres en présence desquels nous avons appliqué cette méthode séparative. Mais d'après les recherches de M. G. Bertrand et Duchacek (*loc. cit.*), on doit pouvoir y ajouter d'autres sucres, notamment le lévulose et le galactose.

(2) J. Heckel, *Comptes rendus*, 21 novembre 1904; 26 décembre 1905; 24 décembre 1906; 3 juin 1907; 5 octobre 1908; 15 novembre 1909. — J. Labergerie, *Bull. Soc. nat. Agr. France*, décembre 1905; novembre-décembre 1906; janvier 1907. — Planchon, *Bull. Soc. nat. Agr. France*, novembre 1909.

(3) Wittmack, *Die Stampflanze unserer Kartoffel* (*Landwirt. Jahrb.*, 1909).

(4) Sutton, *Journ. of the Linn. Soc.*, 1909, p. 448.

1° L'ensemble de nos variétés cultivées; j'ai examiné à Grignon 368 d'entre elles; sur toutes les fleurs étudiées le calice était à dents longuement mucronées, la corolle en roue, le stigmate globuleux.

2° La plante sauvage mexicaine que de Candolle, dans le *Prodromus* (1), réunit à la Pomme de terre, ainsi qu'à l'échantillon bolivien qui figure sous le n° 1414 à l'herbier du Muséum et qu'a récolté d'Orbigny. On aurait, d'après de Candolle, dans ces deux plantes sauvages, le véritable *S. tuberosum* de Linné, c'est-à-dire une plante dont le calice est à mucrons réduits, la corolle en roue, le style mince, le stigmate globuleux, les feuilles à nombreuses folioles.

3° Une plante que j'ai cultivée à Grignon sous le nom de *S. tuberosum* et qui provient des collections de M. Sutton. Ce *Solanum* originaire du Mexique où l'a récolté M. Poingle, diffère des échantillons précédents par son calice pointu, sa corolle violette, ses feuilles à 5-7 folioles légèrement gaufrées où la foliole terminale domine. J'en ai obtenu, à partir des graines, cinq pieds tous semblables.

4° Un échantillon figurant à l'herbier Drake, sous le n° 533 de Heller, qui a tous les caractères de la Pomme de terre cultivée. Cette plante mexicaine, indiquée par le collecteur comme *S. tuberosum spontaneum in Cocustence*, diffère totalement des autres types sauvages et a toutes les apparences de nos plantes agricoles.

5° Le *S. tuberosum* déjà distingué par Asa Gray sous le nom de *S. tuberosum boreale* ou *S. Fendleri* A. Gray.

A côté de ces types, les Solanées tubérifères voisines de la Pomme de terre peuvent être comparées et groupées comme l'indiquait de Candolle (5), et plus récemment M. Wittmack (3) d'après les caractères combinés de la corolle et du calice. J'ai repris l'étude de ces caractères, et, la complétant par celle de la taille des mucrons du calice, j'ai obtenu la classification suivante pour les plantes que j'ai examinées vivantes dans les cultures de Grignon et dans celles de M. de Vilmorin à Verrières, ou sèches dans les grands herbiers parisiens.

En résumé :

1° Toutes les variétés de la Pomme de terre cultivée forment, au point de vue des caractères floraux, un groupe très homogène, distinct de l'ensemble des *Solanum* tubérifères sauvages.

2° Sous le nom de *S. tuberosum*, on a réuni jusqu'ici, avec les variétés cultivées, des plantes différentes parmi lesquelles j'ai pu distinguer quatre types : celui de Poingle, ceux de de Candolle, de Heller et d'A. Gray. Cette confusion est analogue à celle signalée par M. Wittmack à propos de

(1) De Candolle, *Prodromus*, Vol. XIII, p. 31.

(2) De Candolle, *Arch. Sc. phys. et nat. de Genève*, 15 mai 1886.

(3) Wittmack, *Ber. d. deut. bot. Gesells.*, 15 octobre 1909.

I. — Corolle en roue.

1° Calice à dents aiguës	à long mucron	Les variétés agricoles de la Pomme de terre	(cult. Grignon et Verrières)
		S. tuberosum spontaneum de Heller	(Heller, in herb. Drake)
		S. Papa d'Amarilla	(cult. et in herb. de Vilm.)
	à mucron moyen	*S. etuberosum* Sutt. nec. Lindl.	(cult. et in herb. de Vilm.)
	à mucron très réduit	*S. tuberosum* L.	(in herb. Mus. Paris et Drake)
		S. tuberosum Pringle non L.	(cult. et in herb. de Vilm.)
		S. tuberosum boreale — *S. Fendleri* A. Gray	(in herb. Mus. Paris et Drake)
		S. Maglia Schlecht	(cult. et in herb. Mus. Paris)
		S. stoloniferum Schlecht	(in herb. Drake)
		S. utile Klotzsch	(in herb. de Vilm.)
		S. collinum Dun — *S. tuberosum* Bectero	(in herb. Drake)
2° Calice à dents obtuses ou sans mucron		*S. etuberosum* Lindl.	(in herb. de Vilm. et Drake)
		S. verrucosum Schlecht	(cult. et in herb. de Vilm.)
		S. sp. (à chair safran, de Colombie) Cayeux	(cult. et in herb. de Vilm.)
		S. Bridgesii D. C.	(in herb. Mus. Paris)

II. — Corolle en étoile.

1° Calice à dents aiguës, souvent mucronées	*S. polyadenium* Greenm.	(cult. et in herb. Drake)
	S. Jamesii Torr.	(in herb. Cosson et Mus. Paris)
2° Calice à dents obtuses, sans mucron	*S. Commersonii* Dun	(cult. et in herb. Mus. Paris)
	S. Ohrondii Carr.	(cult. et in herb. de Vilm.)

S. etuberosum qui comprend bien, ainsi que je l'ai vérifié, deux types distincts, celui de Lindley et celui de Sutton.

3° Deux plantes récoltées comme spontanées, le *S. tuberosum* de Heller et le Papa d'Amarilla, sont très voisines de nos variétés agricoles et l'on pourrait être tenté de les envisager comme leurs types ancestraux. Mais ces échantillons, d'ailleurs peu nombreux, sont peut-être ceux de plantes subspontanées échappées aux cultures depuis un temps plus ou moins long. On ne peut donc tirer de leur ressemblance avec la Pomme de terre aucune conclusion ferme. Même observation pour le *S. tuberosum* de Sutton, qui apparaît plutôt comme un hybride, ainsi que le pense avec raison M. Wittmack.

4° Tous les *Solanum* tubérifères dont la nature spontanée paraît bien établie sont nettement différents de nos plantes agricoles, notamment par les caractères de la fleur. Ceux qui s'en écartent le moins sont les *S. tuberosum* que nous avons désignés : L., Pringle non L., *Boreale* A. Gray et le *S. Maglia* Schlecht. Quant au *S. verrucosum*, rapproché du *S. tuberosum* par M. Wittmack, il s'en éloigne par son calice à dents régulières, ses folioles poilues et pointues qui en font une plante bien spéciale. L'examen des seuls caractères botaniques place encore plus loin de nos types cultivés les *S. Commersonii* Dun., *Ohrondii* Carr. et *Polyadenium* Greenm.

Bref, l'étude de ces espèces ne montre pas que nous puissions trouver en elles avec évidence le type sauvage de la Pomme de terre. Il convient, pour résoudre la question de l'origine de notre plante agricole, de cultiver ces formes sauvages, de noter les changements que peut leur imprimer la culture ou de renouveler, en précisant les conditions dans lesquelles se produisent les mutations gemmaires indiquées par MM. Heckel, Labergerie et Planchon. Les *S. Commersonii*, *Maglia* et *tuberosum* sont, en effet, d'après ces auteurs, des souches d'où sont sorties par mutations nos variétés agricoles. J'ai personnellement réalisé les conditions de milieu favorables à la mutation, d'après M. Heckel, et suivi dans les cultures, à Grignon et dans le Cher, un grand nombre de pieds de *S. Commersonii*, mais je n'ai constaté jusqu'ici aucune modification spécifique.

AGRONOMIE. — *Sur l'emploi du cyanure de potassium comme insecticide souterrain*. Note de M. **Th. Mamelle**, présentée par M. Henneguy.

Actuellement, on détruit les insectes phytophages à vie souterraine en injectant dans le sol des insecticides volatils ou décomposables qui y dif-

fusent des gaz toxiques. Le plus employé de ces insecticides est le sulfure de carbone : il agit, en effet, très énergiquement, mais il présente les inconvénients suivants :

1° Son odeur fait fuir les animaux et permet à ceux qui gagnent la surface du sol d'échapper à la destruction ;

2° Il est très toxique pour les végétaux et détruit souvent la plante qu'on voulait protéger ;

3° Il arrête les fermentations du sol et par cela même peut nuire à sa fertilisation ou supprimer les effets calorifiques qu'on recherche dans cette fermentation, comme ceux qu'on observe dans les couches des horticulteurs.

Le cyanure de potassium, utilisé de la même façon, a une action tout aussi énergique et ne présente pas les inconvénients du sulfure de carbone.

Le cyanure de potassium injecté dans le sol, en solution aqueuse, y subit une décomposition provenant, soit de l'action de l'anhydride carbonique, soit de celle du bicarbonate calcique qui, par des réactions d'équilibre, déplacent peu à peu l'acide cyanhydrique de son sel. Le gaz ainsi libéré se diffuse dans le sol et sa présence se traduit pratiquement par la destruction de tous les animaux qui s'y trouvent.

L'application du cyanure de potassium est faite au moyen d'un pal injecteur du modèle couramment employé en agriculture. Le sol reçoit une série de coups de pal (de 6 à 15 par mètre carré), suivant la perméabilité du sol, en injectant, chaque fois, 8^{cm^3} à 10^{cm^3} d'une solution de cyanure de potassium à 200^g par litre d'eau, soit donc environ $1^g,5$ à 2^g de sel pour chaque coup de pal et de 15^g à 20^g en moyenne par mètre carré.

Les injections sont faites de 10^{cm} à 20^{cm} de profondeur.

A cette dose, le sol, suivant sa composition et sa perméabilité, se charge plus ou moins vite d'acide cyanhydrique, et l'on peut constater, à la fois, la puissance de destruction de cet acide et les avantages qu'il présente sur le sulfure de carbone.

1° L'action du cyanure de potassium est plus lente à se produire mais elle est plus complète. Elle ne se manifeste bien qu'au bout de quelques jours, tandis qu'avec le sulfure de carbone l'action est rapide et brutale, et dans les sols très perméables s'observe même au bout de quelques heures. De plus, les animaux ne paraissent pas s'apercevoir de la présence du cyanure de potassium, ils ne fuient pas et en subissent d'autant mieux les effets ; on les retrouve toujours morts à la même place qu'ils occupaient alors qu'ils étaient vivants, tandis que ceci ne s'observe pas avec le sulfure de carbone.

2° Les plantes en pleine végétation ne souffrent pas de ce traitement, même en l'employant à de très fortes doses.

Des pélargoniums attaqués par des termites, et plantés dans des pots de 1^l de capacité, supportent, sans inconvénients, 10^{cm^3} d'une solution de cyanure de potassium au $\frac{1}{5}$, tandis qu'ils sont grillés avec 1^g de sulfure de carbone.

3° Les fermentations du sol ne semblent pas arrêtées ; dans tous les essais et traitements appliqués on n'a pas observé d'arrêt de végétation, qui serait la conséquence d'un arrêt de fermentation.

PHYSIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Étude de l'action des rayons ultraviolets sur les microbes*. Note ([1]) de Mlle **P. Cernovodeanu** et M. **Victor Henri**, présentée par M. Roux.

Depuis les premières recherches expérimentales de Downes et Blunt (1877) sur l'action de la lumière sur les microbes, un très grand nombre d'auteurs se sont occupés de cette question ; les travaux principaux sont ceux de Duclaux (1885), Arloing (1885), Roux (1887), Buchner (1892), Marshall Ward (1893), Ledoux-Lebard (1893), Richardson (1893), Dieudonné (1894), Finsen et ses élèves Bie, S. Bang, Dreyer, Jansen (1899 à 1907), Tappeiner, Jodlbauer et leurs élèves (1905 à 1909), etc.

Nous nous sommes proposé d'analyser les différents facteurs physiques et chimiques qui interviennent dans cette action.

Technique. — Nous nous sommes servis de quatre lampes en quartz aux vapeurs de mercure : Heraeus de 110 volts, 4 à 5 ampères ; la lampe de la Quarzlampengesellschaft de Hanau de 110 volts ; la lampe de Westinghouse Cooper Hewitt à Paris de 110 volts et la même lampe W. C. H. de 220 volts, 3 ampères.

L'émulsion parfaitement homogène était placée dans des vases cylindriques ou évasés, sous la lampe à une distance plus ou moins grande. On prélevait à des intervalles de temps déterminés, toujours du fond du vase, 1^{cm^3} à 2^{cm^3} de liquide, qu'on répartissait dans deux tubes de bouillon frais.

L'influence de la teneur en microbes étant faible, nous avons pris dans la plupart des cas des émulsions contenant en moyenne de 10000 à 100000 microbes par centimètre cube.

Les expériences ont été faites avec les microbes suivants : *B. coli*, B. typhique, Staphylocoque doré, Pneumobacille de Friedländer, B. dysentérique, V. cholérique, B.

([1]) Présentée dans la séance du 27 décembre 1909.

charbonneux (asporogène et sporogène), Sarcine orange et blanche, B. phléole, B. tétanique, *B. subtilis*, *B. megatherium*.

Résultats. — 1° *Influence de la distance et comparaison des lampes.* — L'action bactéricide des rayons ultraviolets décroît plus vite que le carré de la distance. La lampe à 220 volts est pour les faibles distances cinq fois plus active que la lampe à 110 volts et pour les grandes distances la différence entre les deux lampes est encore plus forte.

Voici les durées de destruction du *B. coli* par ces deux lampes :

Distances.	Lampe W. C. H. 110 volts.	Lampe W. C. H. 220 volts.
cm	s	s
60	300	30
40	180	15
20	20	4
10	4	< 1

2° *Influence de l'épaisseur de la couche liquide.* — L'action bactéricide est un peu plus forte lorsque l'émulsion est en couche épaisse de 25^{cm} que lorsqu'elle est en couche mince de 2^{cm} ou $0^{cm},5$.

3° *Influence de la température.* — L'action bactéricide se produit avec la même vitesse aux températures de 0°, 18°, 25°, 35°, 45° et 55°. Elle se produit aussi bien pour une émulsion congelée.

4° *Action en l'absence d'oxygène.* — L'action des rayons ultraviolets se produit à peu près avec la même vitesse, en l'absence d'oxygène, que dans l'air. Nous avons obtenu ce résultat pour le *B. coli*, B. charbonneux, *B. subtilis*, B. du tétanos et les microbes de l'eau de source.

5° *Irradiation du milieu. Rôle de l'eau oxygénée.* — Une émulsion faite dans de l'eau irradiée pendant plusieurs heures n'est pas plus sensible aux rayons ultraviolets que l'émulsion faite dans de l'eau ordinaire. On sait que les rayons ultraviolets produisent la formation d'un peu d'eau oxygénée; nous trouvons que la quantité de H^2O^2 formée dans l'eau distillée en 30 minutes par la lampe W. C. H. de 220 volts à 20^{cm} de distance correspond environ à une solution 0,000005 normale, c'est-à-dire contenant $\frac{1}{5}$ de milligramme de H^2O^2 par litre, or, l'eau oxygénée exerce une action stérilisante sur le *B. coli* seulement à une concentration 400 fois plus forte. De plus, si l'on fait l'émulsion du *B. coli* dans une solution diluée de H^2O^2 (0,00005 normale) et qu'on l'expose aux rayons, l'action bactéricide n'est pas accélérée. Par conséquent on ne peut pas attribuer cette action à la formation d'eau oxygénée.

6° *Influence de la nature des microbes.* — Les différents microbes n'ont pas tous la même sensibilité aux rayons ultraviolets. Ce n'est ni la résistance à la chaleur, ni la forme, ni la taille, ni la pigmentation qui paraissent intervenir d'une façon prédominante dans ces différences. Voici les durées comparables :

Staphylocoque doré, 5 à 10 secondes ; vibrion cholérique, 10 à 15 ; *Bacillus coli*, 15 à 20 ; bacille typhique, 10 à 20 ; bacille dysentérique (Shiga, Dopter), 10 à 20 ; pneumobacille de Friedländer, 20 à 30 ; sarcine blanche, 20 à 30 ; sarcine orange, 40 à 60 ; bacille phléole, 30 à 60 ; bacille charbonneux (sporogène), 20 à 30 ; *Bacillus subtilis*, 30 à 60 ; bacille du tétanos, 20 à 60 ; *Bacillus megatherium*, 30 à 60.

7° *Nature des rayons actifs.* — Le spectre de la lampe à mercure contient un très grand nombre de radiations ultraviolettes qui s'étendent jusqu'à la longueur d'onde 2224. Les raies fortes que nous avons repérées par comparaison avec le spectre de l'arc du fer sur des photographies que nous avons faites avec le spectrographe de M. Urbain sont les suivantes : 3908 ; 3663, 3654, 3650 ; 3341 ; 3131, 3126 ; 3027, 3026, 3023, 3022 ; 2967, 2925, 2894 ; 2857 ; 2820 ; 2804, 2803 ; 2759, 2752 ; 2699 ; 2673 ; 2655, 2654, 2652 ; 2640 ; 2571 ; 2535, 2534 ; 2483, 2482, 2481 ; 2400 ; 2379 ; 2346 ; 2301 ; 2276 ; 2262 ; 2224.

En interposant une plaque de verre blanc de 1^{mm}, on arrête tout le spectre ultraviolet après les raies 3027-3022 ; ces dernières ne traversent le verre que très affaiblies. Dans ce cas l'action bactéricide est extrêmement ralentie ; il faut une exposition de 3 à 5 heures au lieu de 15 à 20 secondes pour stériliser une émulsion de *B. coli*.

Une plaque de mica, de $0^{mm},2$ d'épaisseur, qui arrête les rayons ultraviolets à partir de la raie 2759 et qui laisse encore passer 2804 et 2803 affaiblies, a, pour la lampe à 110 volts, presque le même effet que l'écran de verre.

Une plaque de viscose de $0^{mm},2$ d'épaisseur, qui arrête les rayons extrêmes à partir de la raie 2483, retarde un peu la stérilisation ; on l'obtient en 60 secondes.

Des traces de bouillon ajouté à l'émulsion retardent très fortement la stérilisation ; le bouillon arrête tous les rayons ultraviolets à partir de 2925.

Par conséquent, les rayons ultraviolets, de beaucoup les plus bactéricides, sont ceux qui ont une longueur d'onde au-dessous de 2800 unités Angström. Remarquons que le protoplasme (albumine, gélatine, sérum, etc.) absorbe les rayons ultraviolets au-dessous de 2900 unités. Ce sont donc les rayons absorbés par le protoplasma des cellules qui exercent une action *abiotique*.

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *La paralysie infantile expérimentale.* Note de MM. C. **Levaditi** et K. **Landsteiner**, présentée par M. Roux.

Dans deux Notes publiées antérieurement ([1]) nous avons démontré la transmissibilité de la poliomyélite aiguë de l'homme au Chimpanzé et la possibilité d'inoculer la maladie en série aux Simiens inférieurs. Nous avons insisté également sur les propriétés du virus de cette maladie : sa filtrabilité à travers les bougies Berkefeld et Chamberland, sa résistance à la dessiccation, ses voies de pénétration et d'envahissement. Voici les nouveaux faits enregistrés depuis :

1. *Résistance à la dessiccation.* — Dans les expériences déjà publiées, nous nous sommes servis de virus desséché suivant le procédé de Pasteur, appliqué aux moelles rabiques. Depuis, nous avons constaté que *la moelle simplement desséchée dans le vide, sur de l'acide sulfurique, conserve au moins pendant* QUINZE JOURS *sa virulence.* Ainsi, une émulsion de moelle dans de l'eau salée est desséchée dans ces conditions et gardée 15 jours à la température de la chambre. Triturée dans un mortier et suspendue dans de l'eau salée, elle est injectée dans le cerveau et le péritoine du *Cynomolgus* n° 55. L'animal se paralyse après une incubation de 9 jours et succombe le dixième, avec des lésions typiques.

2. *Filtration.* — Les filtrations, dont les résultats ont été publiés antérieurement, ont été faites à travers des bougies Berkefeld 12ª et Chamberland. Nous les avons répétées en nous servant du filtre *Reichel* à bougies Berkefeld-Nordtmeyer. Contrairement aux affirmations de Leiner et Wiesner ([2]), nous avons constaté *que le virus traverse ces filtres Reichel avec autant de facilité que dans nos expériences antérieures.*

Un fragment de moelle du *Sinicus* n° 28 (*infecté avec la moelle d'un singe ayant reçu du virus filtré*) est trituré dans de l'eau salée et l'émulsion est additionnée d'une culture de *Prodigiosus* sur gélose. On filtre à travers deux filtres Reichel A et B, sous un vide de 40^{cm}. Les filtrats, ainsi que l'émulsion témoin, sont injectés dans le cerveau (0,5) et le péritoine (4^{cm^3}) de trois singes. Des portions de ces filtrats, gardées à 38° ou ensemencées sur bouillon et gélose, sont restées indéfiniment stériles.

([1]) Landsteiner et Levaditi, *Comptes rendus de la Société de Biologie*, t. LXVII, séances du 27 novembre et du 18 décembre 1909.

([2]) Leiner et Wiesner, *Wiener klin. Woch.*, n° 49, 1909, p. 1698.

Singes.	Bougies.	Incubation.	Caractères de la maladie.
Rhesus 23........	Reichel A	11 jours	Paralysie généralisée, mort le 4e jour
Cynomolgus m...	Reichel B	8 jours	Paralysie généralisée, » le 2e jour
Mandril m.......	Témoin	4 jours	Titubation, parésie, » le 2e jour

Conformément à ce que nous avions vu avant, *l'incubation est, chez les animaux ayant reçu les filtrats, plus longue que chez les témoins.*

Ces résultats permettent d'écarter l'hypothèse d'après laquelle les accidents observés chez les singes inoculés avec les moelles filtrées seraient dus à une toxine et non pas au virus. En effet, dans l'expérience citée plus haut, le virus provenait d'un *Sinicus* inoculé lui-même avec une émulsion virulente filtrée; d'un autre côté, la moelle du *Cynomolgus m* (filtrat Reichel B), inoculée à un cynocéphale, lui transmit la poliomyélite après une incubation de 4 jours.

L'examen histologique des moelles des animaux inoculés avec les filtrats a révélé l'existence des lésions typiques de poliomyélite.

3. *Immunité des animaux ayant survécu à l'infection.* — Trois singes ayant survécu à l'infection et présentant des signes de paralysie [1] ont été réinoculés avec du virus actif, en même temps qu'un témoin (*Cynomolgus* 54). Les deux premiers étaient paralysés *depuis* 12 *jours* (*Rhesus* 33 et 35), le dernier *depuis* 25 *jours* (*Cynomolgus* 19). Le témoin, paralysé le cinquième jour, était mourant le lendemain. Les animaux ayant contracté une première infection se sont montrés insensibles à l'inoculation d'épreuve; leur état n'a pas changé jusqu'à présent.

Une première infection paraît donc conférer l'immunité.

4. *Sensibilité du lapin.* — Parmi les nombreux lapins que nous avons inoculés en même temps que les singes, dans le cerveau et le péritoine, quelques-uns sont morts sans paralysie, mais la grande majorité a résisté à l'infection. L'examen des moelles des lapins morts, fait en collaboration avec M. Stanesco, n'a révélé aucun signe de poliomyélite, sauf dans un seul cas, dont voici l'histoire : Lapin 9-57, inoculé le 29 novembre avec la moelle du *Cynomolgus* 16, meurt le 23 décembre (*incubation de* 24 *jours*), sans que nous ayons pu observer chez lui des signes nets de paralysie. Or, l'examen histologique montra des lésions *typiques* de poliomyélite, plus intenses même que chez le singe. Il en résulte que *le lapin, tout en étant le*

---

[1] Chez un d'entre eux (*Cynomolgus* 19, filtrat) les troubles évoluaient vers la guérison.

plus souvent insensible, peut parfois réagir vis-à-vis du virus de la poliomyélite aiguë. Krause et Meinicke (1), ainsi que Dahm (2), ont d'ailleurs soutenu la transmissibilité de cette infection au lapin.

GÉOLOGIE. — *Le Nummulitique de la zone du Flysch à l'est et au sud-est du Mercantour.* Note (3) de M. **Jean Boussac**, présentée par M. H. Douvillé.

On sait que la *zone du Flysch*, ou zone des *Aiguilles d'Arve*, se poursuit vers le Sud-Est, en passant derrière le massif de Mercantour, pour aller rejoindre la large zone synclinale, grossièrement triangulaire, comprise entre le col de Tende, Vintimille et Albenga. La Carte géologique à 1 : 400000 des Alpes occidentales, publiée par le Service géologique italien, montre que la bande nummulitique, en arrière du Mercantour, est un pays de nappes, comme dans l'Embrunais et dans l'Ubaye, mais ici très étroitement resserré entre le massif hercynien et la zone du Piémont. L'étude sur le terrain confirme pleinement cette impression. Il était donc utile d'étudier comparativement le Nummulitique autochtone, transgressif sur le bord nord et est du Mercantour, et le Nummulitique de la nappe charriée, pour se rendre compte de la distribution des niveaux et des facies, et des conditions paléogéographiques de l'époque.

J'ai été amené à distinguer, à ce point de vue, les trois zones suivantes (*fig.* 1) :

1° *Une zone où le Priabonien est transgressif.* Cette zone comprend le Nummulitique autochtone de toute la bordure nord-orientale du Mercantour; on peut l'étudier à Bersezio, à Demonte, à Valdieri, dans la Valle-Grande; d'une manière générale, le Nummulitique y est constitué, à la base, par des calcaires dépassant rarement une cinquantaine de mètres, et renfermant des Nummulites voisines de *N. contortus-striatus* et de *N. Rosai*, et au-dessus par plusieurs centaines de mètres de schistes et de grès très feldspathiques, passant à de véritables arkoses; c'est le *macigno* des auteurs italiens équivalent certain de nos grès d'Annot.

2° *Une zone où le Lutétien est transgressif*, mais peu épais, constitué par 15^{m} à 20^{m} de calcaires gréseux à *Nummulites complanatus*, *aturicus*, *Brongniarti*, *Orthophragmina discus;* l'Auversien et le Priabonien sont fondus dans une puissante

(1) Krause et Meinicke, *Deutsche med. Woch.*, 1909, n° 42, p. 1825.

(2) Dahm, *München. med. Woch.*, 1909, n° 49, p. 2553.

(3) Présentée dans la séance du 27 décembre 1909.

série de schistes micacés, plus ou moins gréseux. Ce facies se rencontre dans les nappes de la zone du Flysch, depuis le Val Gesso jusqu'au col de Tende; à partir de là il passe dans l'autochtone (Rio Freddo) et constitue tous les affleurements nummulitiques qui dominent à l'Est la vallée de la Roja; c'est encore le même facies à Sospel, à Menton, etc.

3° *Une zone où le Lutétien est transgressif, mais envahi par le facies schisteux.* Ce facies est bien développé dans la nappe de la haute vallée du Rio Freddo, où le Lutétien présente à la base 150^{m} de calcaires à *N. aturicus* et à *N. Brongniarti,* puis 200^{m} de schistes gréseux, et enfin 30^{m} de calcaires à *Lithothamnium* avec *N. aturicus* et *N. Brongniarti;* au-dessus viennent encore au moins 200^{m} de schistes gréseux représentant l'Auversien et le Priabonien, et recouverts par les bancs puissants des grès du macigno = grès d'Annot. Ce facies du Nummulitique se retrouve dans l'autochtone de la région de Triora, où le Lutétien a une constitution analogue; dans les schistes auversiens ou priaboniens on trouve des lentilles calcaires à *Nummulites, Orthophragmina, Lithothamnium* et nombreuses *Globigerina.*

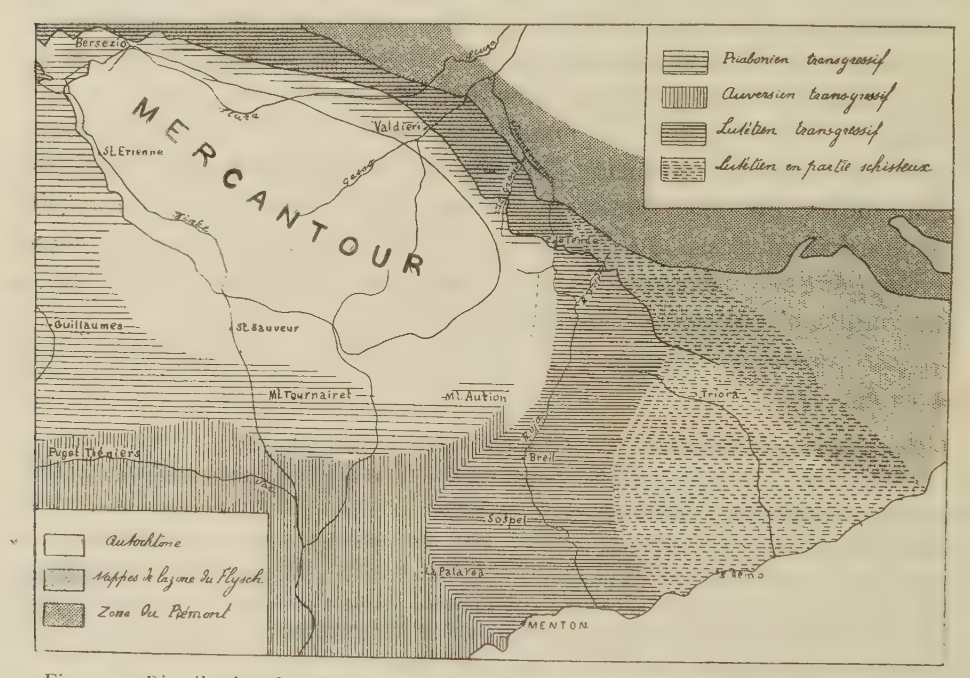


Fig. 1. — Distribution des niveaux et des facies du Mésonummulitique à l'est et au sud-est du Mercantour. Schématique.

Conclusions. — 1° *Les zones sédimentaires sont obliques par rapport aux zones tectoniques.* Elles coïncident avec ces dernières depuis Bersezio jusqu'aux environs du col de Tende, mais à partir de là elles s'infléchissent rapidement vers le Sud et le Sud-Ouest pour contourner le massif du Mercantour, qui jouait un rôle essentiel dans l'Océanographie des temps num-

mulitiques, comme M. L. Bertrand l'avait déjà montré pour les terrains situés au sud-ouest de ce même massif.

2° Au fur et à mesure qu'on a affaire à des zones plus internes, on trouve des niveaux plus anciens, des facies plus schisteux, des épaisseurs plus grandes; les transgressions se sont faites du centre vers l'extérieur du géosynclinal. En outre la dépression synclinale actuelle de la Riviera italienne existait déjà en tant que dépression à l'époque nummulitique, puisque dans cette région le facies schisteux a envahi les sédiments dès le Lutétien, alors que plus au Nord, dans toute la zone du Flysch, cet étage n'est formé que de grès grossiers ou de calcaires très peu épais. Il faut aller jusque dans la Suisse centrale et orientale pour retrouver le facies schisteux du Lutétien.

GÉOLOGIE. — *Sur le forage du puits artésien de Maisons-Laffitte.* Note de M. E. **Péroux**, présentée par M. A. Lacroix.

Ce forage a été entrepris en août 1907, sur la rive gauche de la Seine, à la cote 26, dans un ancien puits de $0^m,70$, foré à 40^m dans le Sparnacien. Envahi par les sables, ce puits avait été comblé jusqu'à 30^m. Deux tubes de retenue de 0,650 et de 0,600 durent être descendus jusqu'à $42^m,15$ pour permettre le passage d'un tube de 0,550 en tôle de 0,006, qui devait pénétrer en pleine craie sénonienne et, cimenté à sa périphérie sur toute sa hauteur, était destiné à préserver le forage des nappes d'eau supérieures.

Après déblaiement de cet avant-puits, les soupapes ont remonté successivement les terrains suivants qui, malgré les éboulements, ont mis en évidence : de 40^m à 50^m des sables gris, des lignites, des argiles grises et bigarrées. Entre 50^m et 56^m de la marne blanche, à 59^m de l'argile et vers 62^m dn calcaire jaune pisolithique. A la profondeur de $63^m,87$ on entre dans la craie blanche. Quelques débris de coquilles appartenant au *Magas Pumilus* permettent de classer cette assise dans le *Sénonien* supérieur avec silex blond. Cette craie s'est poursuivie, plus ou moins blanche et plus ou moins tendre avec lits de silex noirs, jusque vers 336^m, sans que la nature de la roche ou les débris fossilifères aient permis de tracer de subdivision dans cette partie moyenne et inférieure du Sénonien. A 336^m le sondage est entré dans une craie blanche, un peu grise, avec diminution progressive de silex, appartenant au *Turonien*. A $401^m,50$ le silex a entièrement disparu, et à 405^m un débris de *Terebratulina gracilis* a confirmé cette attribution. Vers 425^m la craie est devenue plus grise, même marneuse, toujours sans silex, et cette couche a pu être considérée comme la base du Turonien ou le sommet du *Cénomanien*. Peu à peu, vers 455^m, 475^m et 500^m la craie est devenue marneuse et franchement grise. Entre 497^m et 500^m a eu

lieu la première rencontre de la *gaize.* A 507^{m}, c'est une marne grise à Ostracées; à 524^{m}, une argile noirâtre avec sable très fin, noir, micacé et pyrites; et à 529^{m}, elle se chargeait de grains fins de glauconie avec un aspect franchement cénomanien. A cette profondeur, la marne grise est sableuse, très ébouleuse, se détachant en cassures conchoïdes. A 533^{m}, un banc fossilifère donnait entre autres : *Pecten Beavery* Sowerbv, *P. orbicularis* Sowerby, espèces caractéristiques de la gaize, étage *Vraconien*, intermédiaire entre le Cénomanien et l'Albien, et que nous classons de préférence avec le Cénomanien. Le *Pecten orbicularis* avait été trouvé déjà dans les mêmes couches ébouleuses, gaize siliceuse, dans les forages précédents, à Paris et à Carrières-sous-Poissy; l'assise est bien connue dans le pays de Bray, la Normandie et dans tout le sud de l'Angleterre. Plus bas, à 540^{m}, la sonde est entrée dans une argile noire, compacte, micacée, plastique, nettement différente de la gaize. A 566^{m},50, elle traverse une mince couche de sable ocreux, riche en carbonate de chaux et de fer, qui pourrait passer inaperçue, mais que je crois devoir signaler comme l'indice de la proximité des nappes aquifères. Enfin, à 569^{m},75 l'assise argileuse se termine brusquement par la rencontre de sables verts, glauconieux et pyriteux, d'où l'eau jaillit faiblement (20$^{m^3}$ à 30$^{m^3}$ à l'heure). De 570^{m} à 571^{m}, le sable remonté est blanc gris, formé de grains un peu plus gros de quartz, silex et moins glauconieux. A 573^{m}, le sable est encore plus gros (0,003 en moyenne) et encore moins glauconieux. L'eau jaillit abondamment et fournit environ 170$^{m^3}$ à l'heure. A 574^{m},40 rencontre d'un conglomérat gréseux, constitué de pyrites, de sables et de graviers cimentés, excessivement dur, ayant l'aspect du mâchefer, d'une épaisseur de 1^{m} à 1^{m},30. C'est sous cette table gréseuse que le forage de Passy a trouvé son débit maximum. Confiant dans cette expérience, cette couche fut traversée et, le 12 avril 1909, à 576^{m}, jaillit impétueusement une colonne d'eau formant un paraboloïde de 0,73 de hauteur, chargée d'argile, de sables verts très fins et de morceaux du terrain traversé. Le débit, évalué à 16000$^{m^3}$, s'est maintenu depuis à 14 000$^{m^3}$ par jour. La température est de 26°,5.

Les sables de l'argile noire ont fourni les fossiles suivants, appartenant au Gault (*Albien*) le mieux caractérisé :

Ammonites (*Hoplites*) *interruptus* Bruguière [1]; *Ammonites* (*Hoplites*) *Benettiæ* Sowerby; *Panopea Beaumonti* Goldfuss; *Cardium Raulini* d'Orbigny; *Nucula Arduennensis* d'Orbigny.

Ils ont donné, en outre, des pyrites, des nodules phosphatés, des cailloux noirs, des lignites, des fragments de bois injectés de pyrite; enfin un morceau de *succin* du poids de 9^{g},655; $V = 8^{cm^3}$. Le niveau du sol étant à la cote $+ 26$, la cote négative atteinte est de $- 576 + 26 = - 550$.

Le forage de Maisons-Laffitte a permis de constater qu'à la partie supérieure des sables du Gault, les eaux circulaient dans des couches peu épaisses de sable fin vert, glauconieux, ou blanc gris, siliceux et plus gros, d'un faible débit d'abord, pouvant progressivement atteindre 3500$^{m^3}$ à 4000$^{m^3}$

---

(1) Je dois à l'obligeance de M. G. Dollfus l'identification de ces fossiles.

au plus en 24 heures. Ces différentes superpositions de sables aquifères séparés par des lits d'argile reposent sur un fond dur, agrégat cimenté, imperméable, de 1^m à $1^m,30$. C'est une cloison résistante, maintenant sous pression la nappe peut-être la plus importante de l'Albien. Elle a fourni les plus forts débits et circule dans un sable très fin et très glauconieux. La minéralisation des deux eaux est sensiblement la même. Ces nappes sont-elles séparées sur tout leur parcours ou, mélangées, s'est-il produit une sédimentation des sables en raison de leur gravité? Les sables les plus fins et les plus ferrugineux occupent la partie supérieure de chaque nappe et, d'autre part les couches, même les plus minces, se différencient les unes des autres par la grosseur des grains, leur coloration et leur teneur en minéraux autres que la silice.

C'est après avoir pris connaissance des travaux des savants qui ont coopéré aux forages de Grenelle et de Passy, que j'ai décidé de n'arrêter le forage du puits de Maisons qu'après avoir traversé cette table gréseuse rencontrée à $574^m,40$. Pour avoir profité de leur expérience dans la mesure de mes moyens et aussi pour avoir écouté les sages avis de M. G. Dollfus, j'ai été largement récompensé par le succès de l'œuvre entreprise et la situation nouvelle d'hygiène publique réalisée à Maisons-Laffitte.

Le forage commencé en septembre 1907 et terminé le 12 avril 1909 a été exécuté par MM. Lefebvre frères de Quiévrechain (Nord).

BOTANIQUE FOSSILE. — *Recherches sur les Diatomées des travertins déposés par les eaux minérales de Sainte-Marguerite (Puy-de-Dôme).* Note de M. **Héribaud-Joseph**, présentée par M. R. Zeiller.

Comme complément à mes études sur les dépôts diatomifères du Massif Central, j'ai entrepris de rechercher les Diatomées fossiles des travertins déposés par les sources minérales de cette région; ces sources sont au nombre de plusieurs centaines, mais il n'y en a guère plus de 80 qui aient déposé des travertins calcaires; elles appartiennent surtout au Puy-de-Dôme; les départements limitrophes en comptent à peine une quinzaine, et d'importance très inégale.

J'ai recueilli les travertins de plusieurs sources des environs de Clermont, parmi lesquelles se trouvent celles de Sainte-Marguerite, situées sur la rive droite de l'Allier, près la gare de Vic-le-Comte, à 340^m d'altitude, et dont

les eaux étaient déjà connues à l'époque gallo-romaine ; elles comprennent plusieurs sources, qui présentent une grande similitude de composition ; la principale est celle de la Grotte ; d'après une analyse qu'en a donnée le professeur Truchot en 1878, elle renferme par litre $7^g,629$ de sels fixes, comprenant principalement des bicarbonates de sodium, de potassium, de calcium et de magnésium et $2^g,250$ de chlorure de sodium. Sa température est de 26°.

Les travertins déposés par cette source peuvent se diviser en trois zones, *inférieure*, *moyenne* et *supérieure*, qui se distinguent facilement les unes des autres par leur facies lithologique, et surtout par les florules diatomiques qu'elles renferment. Ces florules comprennent, comme on va le voir, un mélange très remarquable de Diatomées marines, saumâtres et d'eau douce.

Florule de la zone inférieure.

Diatomées marines : *Amphora lineolata* Ehr., *A. salina* W. Sm.; *Campylodiscus Clypeus* Ehr. ; *Cymbella hungarica* Pant. ; *Epithemia gibberula* Ktz. ; *Navicula bohemica* Ehr., *Nav. Cari* Ehr., *Nav. cincta* Ehr., *Nav. elliptica* Ktz., *Nav. hyalina* Ktz., *Nav. naveana* Grun., *Nav. sculpta* Ehr. ; *Nitzschia bilobata* W. Sm., *N. commutata* Grun., *N. Frustulum* Grun., *N. hungarica* Grun., *N. Triblionella* Hantz., *N. vitrea* Norm. ; *Scoliopleura gallica* sp. nov. ; *Stauroneis Gregori* Ralfs ; *Surirella elegans* Ehr., *S. ovalis* Bréb. ; *Synedra affinis* var. *tabulata* W. Sm., *S. delicatissima* W. Sm.

Diatomées saumatres : *Amphora lineata* Grég. ; *Cymbella lanceolata* Ehr., *C. pusilla* Grun. ; *Epithemia gibba* Ktz. ; *Denticula valida* Grun. ; *Fragilaria capucina* Desm. ; *Mastogloia Dansei* Thiw. ; *Navicula ambigua* Ehr., *Nav. Brebissonii* Ktz. ; *Nav. gracillima* Pritch., *Nav. Bacillum* Ehr. var. *thermalis* Grun., *Nav. Heufleri* D. C., *Nav. macra* Grun., *Nav. tenella* Bréb. ; *Nitzschia amphibia* Grun., *N. communis* Rab., *N. Kittlii* Grun.

Diatomées d'eau douce : *Amphora Pediculus* Ktz. ; *Cymbella cymbiformis* Bréb. ; *Diatoma vulgare* Bory ; *Encyonema ventricosum* Grun. ; *Fragilaria virescens* Ralfs ; *Navicula biceps* Grég., *Nav. limosa* Ktz., *Nav. gracilis* Ehr., *Nav. ventricosa* Ktz., *Nav. subcapitata* Grég.

La zone inférieure m'a en outre livré une dizaine de Diatomées nouvelles pour la flore générale et qui, à l'exception du *Scoliopleura gallica*, ne figurent pas dans cette liste; elles appartiennent aux genres : *Achnanthes*, *Navicula*, *Nitzschia*, *Surirella* et *Synedra*; je me propose de les publier plus tard.

Pour les florules des zones moyenne et supérieure, trop encombrantes pour le cadre restreint de cette Note, je vais donner le résumé des résultats acquis.

Florule de la zone moyenne.

La florule de la zone moyenne diffère très notablement de celle de la zone inférieure : les deux tiers environ des Diatomées marines ont disparu, et ce sont surtout les plus caractéristiques, comme *Amphora salina*, *Navicula bohemica*, *Nav. Cari*, *Nav. hyalina*, *Nitzschia bilobata*, *Nitz. hungarica*, *Scoliopleura gallica*, *Stauroneis Gregori;* le *Campylopus Clypeus*, qui est fréquent dans la zone inférieure, se retrouve dans la zone moyenne, mais extrêmement rare, et ne peut tarder à disparaître sans retour. Les Diatomées saumâtres sont encore nombreuses, et leur ensemble est à peu près analogue à celui de la florule précédente. Les Diatomées d'eau douce sont en plus grand nombre. Les espèces observées à ce niveau et que je n'avais pas constatées dans la zone inférieure sont: *Achnanthes antiqua*, *Ceratoneis Arcus*, *Cocconeis Placentula*, *Encyonema paradoxum*, *Gomphonema constrictum*, *Hantzschia amphioxys*, *Navicula viridula*, *Surirella ovata*, *Epithemia gibberula* var. *producta*, et une variété inédite de l'*Epithemia musculus*.

La totalité des espèces ou variétés, observées dans les échantillons de la zone moyenne, est d'environ une soixantaine.

Florule de la zone supérieure.

La florule de cette zone est à peu près identique à celle des eaux actuelles; les Diatomées saumâtres sont assez nombreuses, mais les espèces marines ont disparu, excepté *Nitzschia vitrea* et *Navicula cincta;* il est intéressant de constater que ces deux espèces existent à Sainte-Marguerite depuis la zone inférieure jusque dans les eaux actuelles ; les espèces d'eau douce, beaucoup plus nombreuses que les Diatomées saumâtres, appartiennent surtout à la catégorie des Diatomées *indifférentes* à la nature des eaux. Les espèces de la zone supérieure qui n'ont pas été observées dans les deux zones précédentes, sont : *Achnanthes lanceolata*, *Cocconeis Pediculus*, *Cyclotella comta*, *Cymbella Cistula*, *Epithemia Zebra*, *Gomphonema parvulum*, *Melosira tenuis* et *M. varians*, *Meridion circulare*, *Navicula major*, *Pleurosigma acuminatum*, *Nitzschia sigmoidea*, *Rhoicosphenia curvata*, *Surirella minuta* et *Synedra Ulna* var. *æqualis*.

Le nombre des espèces ou variétés de la zone supérieure est d'une cinquantaine environ.

En totalisant les Diatomées de ces florules et en négligeant les formes communes aux trois listes, on obtient près de 80 espèces ou variétés très distinctes, parmi lesquelles une vingtaine sont nouvelles pour le Massif Central et une dizaine de formes inédites.

L'examen de ces florules conduit aux conclusions suivantes :

1° De la présence de nombreuses Diatomées marines dans le travertin de la zone inférieure, et de l'absence à peu près complète de ces espèces dans les

eaux actuelles, il résulte que les eaux de Sainte-Marguerite devaient être autrefois bien plus fortement minéralisées qu'elles ne le sont aujourd'hui; leur salinité a été constamment en décroissant de la zone inférieure à la zone supérieure.

2° De l'absence de Diatomées marines dans les eaux actuelles, et de la présence, au voisinage immédiat des sources minérales, d'un assez grand nombre de plantes appartenant à la flore maritime exclusive, comme: *Glaux maritima*, *Trifolium maritimum*, *Plantago maritima*, *Spergularia marina*, *Glyceria distans*, *Pottia Heimii*, *Chara crinita*, etc., il ressort que les Diatomées sont plus exigeantes, sous le rapport de la minéralisation des eaux, que ne le sont les plantes supérieures.

3° L'examen d'échantillons pris à des niveaux différents permet de suivre très exactement les modifications successives de la florule diatomique, et, comme ces variations doivent correspondre à celles de la salinité des eaux, il s'ensuit que l'étude méthodique des travertins peut fournir sur l'histoire des sources minérales de précieuses indications.

Je tiens en terminant à adresser à M. Maurice Peragallo, le savant diatomiste bien connu, mes meilleurs remercîments pour l'amabilité qu'il a eue de m'aider dans l'examen laborieux des matériaux utilisés.

La séance est levée à 4 heures.

G. D.